

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION VOOR DEN AKKER- EN WEIDEBOUW TE GRONINGEN.

(Afdeling voor bodemkundig onderzoek).

Onderzoek van grond- en baggermonsters uit polders en plassen, gelegen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, in verband met de plannen tot droogmaking van deze plassen. Bijdrage tot de kennis van de scheikundige samenstelling van laagveengronden

DOOR

DR. D. J. HISSINK.

(Ingezonden 24 Maart 1920).

INLEIDING.

Bij Koninklijk Besluit van 10 November 1911, N^o. 30, werd eene Staatscommissie ingesteld met de opdracht „een onderzoek „in te stellen omtrent het vraagstuk der droogmaking van de „plassen beoosten de Utrechtsche Vecht”. Een van de te beantwoorden vragen was deze: „Welke waarde kan aangenomen worden, dat per hectare het drooggelegde land zal hebben?” Ten einde gegevens voor de beantwoording van deze vraag te verkrijgen, lag het voor de hand grondmonsters uit de plassen en de aangrenzende polders te verzamelen en deze zoowel chemisch als physisch te onderzoeken. In een schrijven van 7 November 1912, gericht aan den Directeur-Generaal van den Landbouw, betoogde de bovengenoemde Staatscommissie dan ook de wenschelijkheid van dit grondonderzoek, in de hoop, „dat uit de „resultaten van dit onderzoek de bruikbaarheid der eventueel „droog te leggen gronden voor den land- en tuinbouw of voor „de veeteelt zou kunnen worden beoordeeld en ook vergelijkingen „met reeds in cultuur gebrachte terreinen zouden kunnen worden getroffen”. Bij schrijven van 20 Januari 1913, N^o. 11066, wees de Minister van Landbouw mij als directeur van het Rijkslandbouwproefstation-Wageningen aan, om de Commissie op dit punt ter zijde te staan, evenwel met dit voorbehoud, dat het onderzoek — met het oog op de loopende werkzaamheden van het proefstation — vermoedelijk eerst in Augustus of September 1913 ter hand genomen zou kunnen worden. Overeenkomstig deze ministerieele beschikking werden in September 1913 door den Secretaris der Vechtcommissie, den heer W. H. BRINKHORST en mij verschillende grond- en baggermonsters verzameld, terwijl

in den loop dier maand nog meerdere plekken onder toezicht van den heer BRINKHORST bemonsterd werden.

Het onderzoek der grond- en baggermonsters werd te Wageningen aangevangen en aldaar grootendeels voltooid, zoodat na mijne overplaatsing in den zomer van het jaar 1916 naar Groningen, waar mij het bodemkundig onderzoek voor Nederland werd opgedragen, nog slechts weinig te doen overbleef. Met groote dankbaarheid maak ik hier melding van den steun, dien ik bij het analytisch gedeelte van het werk van het personeel van het Rijkslandbouwproefstation te Wageningen en later van dat te Groningen mocht ondervinden.

Aangezien het werk der Staatscommissie tijdens den oorlog vrijwel geheel rustte, was er voor mij geen directe aanleiding om het zeer omvangrijke cijfermateriaal verder te verwerken en in zoodanigen vorm te brengen, dat de door de Regeering gestelde vraag beantwoord kon worden. Een en ander bleef des te eerder achterwege, omdat andere werkzaamheden te Groningen meer en meer mijne aandacht vroegen. Toen de Commissie in het voorjaar van 1919 het verzoek tot mij richtte om thans verslag uit te brengen, kon ik zelfs niet direct aan dit verzoek voldoen en moest haar tot mijn spijt tot het begin van het jaar 1920 laten wachten.

In de vergadering van de Sub-commissie voor Algemeene Zaken op Donderdag 21 Januari 1915 op het bureau der Commissie te Utrecht gehouden — welke vergadering ik bijwoonde — was mij gebleken, dat de Staatscommissie voor een goede beantwoording van de haar door de Regeering gestelde, hier boven aangegeven vraag, weinig had aan een overzicht zonder meer van het op het laboratorium verkregen cijfermateriaal, maar dat mijn rapport gegeven moest worden in den vorm van uit dit cijfermateriaal getrokken conclusies. Is het maken van gevolgtrekkingen uit een zoo overweldigend cijfermateriaal als voor mij lag al geen gemakkelijke taak, dubbel moeilijk wordt deze taak, wanneer het er om gaat de cultuurwaarde van den grond uit de resultaten van grondonderzoekingen af te leiden. De waarde toch van het grondonderzoek voor de praktijk is — het moet erkend worden — nog niet heel groot, al gaan sommigen, die aan een grondonderzoek niet de minste practische waarde meenen te moeten toekennen, dan ook te ver in hun oordeel. Dat het inderdaad mogelijk is op grond van breed opgezette bodemkundige studie's, althans eenig oordeel over de cultuurwaarde van een grondsoort te vellen, daarvan moge deze verhandeling mede het bewijs leveren.

Ten einde het nu voor de Staatscommissie gemakkelijk te maken, is aan het slot van deze publicatie een „Overzicht” opgenomen, waarin de voornaamste conclusie's, waartoe het onderzoek geleid heeft en meer in het bijzonder die, welke van praktisch belang waren, neergelegd zijn.

Groningen, December 1919—Maart 1920.

HOOFDSTUK I.

Beschrijving en onderzoek van grond- en baggermonsters, afkomstig uit polders en plassen, gelegen ten Oosten van de Vecht (Utrecht).

§ 1. *Doel van het onderzoek.*

Ten Westen van de heuvels van Gooiland hebben zich in vroegere tijden op het diluviale zand lage venen gevormd, die ten Westen door den voormaligen Rijnarm, de Vecht, begrensd worden. In de onmiddellijke nabijheid van de Vecht komen onder of tusschen het veen lagen rivierklei voor. Een onder het veen liggende kleilaag, die het water afsluit, schijnt hier echter niet aanwezig te zijn. Boven op het veen is door het opwaaien van zand, door overstroming met slikhoudend water en ook door vertering van de veenstoffen eene veenachtige aarde ontstaan, die rijker is aan minerale bestanddeelen, dan de oorspronkelijke veensubstantie. Al naar gelang van de verhouding tusschen organische bestanddeelen, zand en klei kan men spreken van humushoudend zand of humushoudende klei, van venige klei of venig zand, enz. Uit den aard der zaak hebben al deze benamingen iets willekeurigs ¹⁾. Onder het veen is altijd een laag aanwezig, die uit een mengsel van veen en den ondergrond bestaat en met den naam van derrie bestempeld wordt. Deze overgang kan min of meer geleidelijk zijn. Er komt derrie voor, die nauwelijks van veen te onderscheiden is en derrie, die zeer rijk is aan zand of klei. Sterk veenhoudende derrie bestempel ik liever met den naam van veengrond.

De veenzelfstandigheid, die voor de bereiding van de turf dient, wordt veenbagger of kortweg bagger genoemd. Bij het uitvenen van de plassen blijft een gedeelte van deze bagger en mede een gedeelte van de boven op het veen liggende venige aarde als een soort bagger op den bodem der plassen achter. Deze bagger zal dus — al naar gelang van de plaatselijke omstandigheden — eene wisselende samenstelling aan organische stoffen, klei en zand bezitten.

De venen ten Oosten van de Vecht zijn gedeeltelijk uitgeveend. In de niet-uitgeveende gedeelten treft men smalle strooken land aan, legakkers genaamd, door vrij breede slooten gescheiden. Het ligt voor de hand, dat dit overblijvende gedeelte land geen rustig en ongestoord bezit is. Het wordt voortdurend door de golven afgeknabbeld. Dit proces kan zeer vlug gaan en er zijn heele plekken water aan te wijzen, waar nog voor ettelijke jaren land was ²⁾.

Na de droogmaking van de plassen zal de bouwgrond van de drooggelegde polders bestaan uit een mengsel van de bagger

en het daaronder liggende zand, terwijl daar, waar zich legakkers bevinden, ook deze tot den opbouw van den bouwgrond zullen bijdragen. Ter beantwoording van de door de Regeering aan de Staatscommissie gestelde 4de vraag naar de cultuurwaarde van het drooggelegde land, zullen twee vragen beantwoord moeten worden, n.l. deze:

- 1°. is er bagger en grond van legakkers in voldoende hoeveelheid aanwezig, om — met het onderliggende zand vermengd — een bouwlaag van voldoende dikte te geven;
- 2°. is de bagger en de legakker-grond van voldoende vruchtbaarheid en vrij van schadelijke bestanddeelen.

Voor de beantwoording van de eerste vraag is het noodig, om de dikte van de baggerlagen in de plassen en van de veenlagen in de legakkers van de niet-uitgeveende gedeelten op verschillende punten te kennen. Voor een nauwkeurig antwoord zou tevens de verhouding van land (legakkers) en water (slooten) in de niet-uitgeveende gedeelten moeten worden nagegaan ³⁾.

De tweede vraag of de baggers en de legakkergronden van voldoende vruchtbaarheid zijn, is moeilijker te beantwoorden, omdat het — in het algemeen gesproken — tot nu toe nog niet gelukt is, de normen voor de vruchtbaarheid van den grond onder cijfers te brengen. Wel is het mogelijk verschillende physische en chemische grootheden van den grond te bepalen en in cijfers uit te drukken, maar men weet nog niet in voldoende mate, of en zoo ja, in hoeverre deze grootheden met den vruchtbaarheidstoestand van den bodem in verband staan. De eenige weg, dien het grondonderzoek onder deze omstandigheden voorloopig kan inslaan, ten einde althans iets van den vruchtbaarheidstoestand van den grond te weten te komen, is de volgende. Door voorafgaande studies moeten de voornaamste physische en chemische grootheden, die vermoedelijk met den vruchtbaarheidstoestand van den grond in verband staan, van de typische bodemformatie's bepaald en in cijfers uitgedrukt worden. De te onderzoeken gronden worden vervolgens op geheel dezelfde wijze onderzocht, waarna de verkregen cijfers met de standaardcijfers van het overeenkomstige bodemtype vergeleken kunnen worden. Voor zoover het betreft de vaststelling van de normen voor de beoordeeling van den vruchtbaarheidstoestand van den grond, is het grondonderzoek dus nog vrijwel geheel van vergelijkenden aard. Overeenkomstig het bovenstaande lag het dus voor de hand, om naast de baggermonsters en de monsters van de legakkergronden ook grondmonsters van reeds in cultuur zijnde laagveenpolders te verzamelen en te onderzoeken.

Feitelijk moet nog een derde vraag beantwoord worden en wel deze, of het onderliggende zand, dat later met bagger en legakkergrond vermengd zal worden, ook aan de sub 2 gestelde eischen voldoet. Monsters van dit zand zijn niet onderzocht, doch het zal in samenstelling wel niet veel afwijken van de zanden,

die in de omringende polders voorkomen. De vraag of het schadelijke bestanddeelen bevat, is echter bij het onderzoek nog open gebleven en zal te zijner tijd beantwoord moeten worden.

§ 2. *Wijze, waarop de monsters genomen zijn; ligging en geaardheid der monsters, dikte der lagen, ligging ten opzichte van maaiveld en N.A.P. (nieuw Amsterdamsch peil) en verdere bijzonderheden.*

In de maand September 1913 werden in het geheel 82 monsters, afkomstig van poldergronden, legakkergronden en baggers uit het gebied tusschen Vecht en Gooiland genomen.

De grondmonsters, waarmede de baggers en de legakkergronden uit de plassen vergeleken zouden worden, werden genomen in den Bethunepolder en in den Horstermeerpolder, zooveel mogelijk in de nabijheid van plekken, waar in het jaar 1912 op last van de Staatscommissie boringen verricht waren. Het nemen van de grondmonsters geschiedde op de gebruikelijke wijze door een kuil te graven van zoodanige lengte, breedte en diepte, dat de verschillende grondlagen goed beoordeeld konden worden. Daarna werden deze lagen aan één of twee van de wanden van den kuil afgestoken. Soms werd op één plek eenige meters verder een tweede kuil gegraven. De overeenkomstige monsters zijn in dat geval steeds tot één mengmonster vereenigd. Van de verschillende lagen is de diepte onder maaiveld (d. o. m.) in centimeters bepaald.

De baggermonsters zijn met den beugel opgebaggerd. Door op verschillende diepten te baggeren en de verschillende lagen met elkander te vermengen, werd — zoo goed en kwaad mogelijk — een gemiddeld baggermonster van de bemonsterde plek verkregen. Tevens werd de ligging van den bovenrand van de baggerlaag met den peilstok nagegaan. Door daarna den peilstok door de weeke baggermassa heen tot op het hardere onderliggende zand door te steken, kon de ligging van het zand ten opzichte van N.A.P. (Nieuw Amsterdamsch Peil) en daarmede ook de dikte van de baggerlaag worden vastgesteld.

De grond van de legakkers is zeer venig. Hier kon met succes van een ongeveer 2 à 3 M. lange, breede veenboor gebruik gemaakt worden. Bij de bemonstering werd deze boor eenige malen nagenoeg geheel in de weeke grondmassa gestoken. De verschillende lagen werden daarna eenvoudig uit de boor gelicht, de diepte van de lagen onder maaiveld (d. o. m.) genoteerd en de overeenkomstige lagen van één plek met elkander tot één monster vereenigd. De ligging van het zand, dus de dikte van de veenlaag, is bij de legakkers niet vastgesteld. Een paar malen werd de ligging van het zand ten opzichte van den waterspiegel aangeteekend. Uit deze gegevens kom ik voor de legakkers tot een dikte van de veenlaag van ongeveer 2 à 2,5 M.

In tabel I (blz. 18—22) zijn alle bijzonderheden van de monsters opgenomen. De benamingen, in deze tabel aan de monsters ge-

geven, zijn aan de praktijk ontleend. Dat deze benamingen niet altijd een juist beeld van de physische gesteldheid van den bodem geven, moge uit het volgende voorbeeld blijken. De nummers 6 en 15 zijn beide uit den Bethunepolder afkomstig en ongeveer even rijk aan organische bestanddeelen. Van n°. 6 met 10,24 pct. slib (deeltjes kleiner dan 0,002 m.M.) en 21,42 pct. klei (deeltjes kleiner dan 0,02 m.M.) wordt gezegd, dat het is „zwarte aarde, venig”, terwijl n°. 15 met minder slib (4,51 pct.) en minder klei (18,98 pct.) genoemd wordt: „bruin-zwarte aarde, kleiig”. Over het algemeen evenwel geven de praktische benamingen de gesteldheid van den grond, zooals deze bij het physisch-chemisch onderzoek is vastgesteld, vrij goed weer.

TABEL I.

Gegevens betreffende de ligging en de geaardheid van de in September 1913 genomen grond- en baggermonsters uit de polders en de plassen, gelegen ten oosten van de Utrechtsche Vecht, alsmede dikte der lagen, diepte onder maaiveld of N.A.P., enz. Voor de ligging van de bemonsterde plekken wordt verder naar de kaartjes achter den text verwezen.

Bethunepolder.

Volgnummer Vecht.
No.

Plek N°. 1 (bij de boring N°. 32).

Van de bovenste laag, die met geel zand vermengd was (gele strepen), werd geen monster genomen.

1. 10—25 c.M. Zwarte aarde, zandig.
 2. 25—50 c.M. Zwarte aarde, venig.
- Op 1 M. onder het maaiveld ligt diluviaal zand.

Plek N°. 2 (bij de boring N°. 24).

In de bovenste 18 c.M. komen geel-zandige strepen voor.

3. 3—18 c.M. Humushoudend zand.
4. 18—25 c.M. Zwarte aarde, zandig.
5. 25—50 c.M. Zwarte aarde, venig.

Plek N°. 3 (bij de boring N°. 29).

In de bovenlaag komt geen zand voor.

6. 3—25 c.M. Zwarte aarde, venig.
7. 25—50 c.M. Veenachtige aarde.

Plek N°. 4 (bij de boring N°. 26).

De bovenlaag bevat strepen van geel zand.

8. 3—25 c.M. Humushoudend zand.
9. 25—50 c.M. Zwarte aarde, venig.
10. ± 90 c.M. Zand.

Volgnum-
mer Vecht.
No

Plek N°. 5 (bij de boring N°. 22).

11. 3—25 c.M. Zwart veen.
 12. 25—50 c.M. Zwarte aarde, venig.
- Het diluviale zand ligt hier dieper dan 1,3 M. onder het maaiveld.

Horstermeerpolder.

Plek N°. 1 (bij de boring N°. 9).

13. 3—12 c.M. Zwart, humushoudend zand.
 14. 12—25 c.M. Bruin veen.
 15. 25—50 c.M. Bruin-zwarte aarde, kleilig.
- Nog dieper bevindt zich donker gekleurde klei.

Plek N°. 2 (bij de boring N°. 12 — in weiland).

16. 3—25 c.M. Humushoudend zand.
17. 25—50 c.M. Bruine veenaarde.

Plek N°. 3 (bij de boring N°. 7).

18. 3—19 c.M. Zwarte aarde, zandig.
19. 19—40 c.M. Zwarte aarde, kleilig.
20. ± 50 c.M. onder maaiveld. Geel zand met donkere, humushoudende plekken en vrij veel vergane schelpresten; het is een overgang van de kleiderrie in het onderliggende zand. Onder N°. 20 ligt zand.

Plek N°. 4 (bij de boring N°. 14).

21. 0—50 c.M. Zand.

Plek N°. 5 (bij de boring N°. 15).

22. 3—25 c.M. Zwart, zandig veen.
23. 25—50 c.M. Zwart veen.

Plek N°. 6 (tusschen boring N°. 5 en N°. 6).

24. 3—25 c.M. Iets humushoudend zand.
25. 25—50 c.M. Zand.

Loenerveensche polder.

Plek N°. 1. (Westzijde).

26. Baggerlaag, 17 d.M. dik (34,5—51,5 *).

Plek N°. 2. (Oostzijde).

27. Baggerlaag, 6 d.M. dik (40,5—46,5).

Plek N°. 3. (Noordzijde).

28. Baggerlaag, 8,5 d.M. dik (38,0—46,5).

*) De beteekenis van deze cijfers is deze, dat de baggerlaag begint op 34,5 d.M. en eindigt op 51,5 d.M. onder N.A.P. Het diluviale zand ligt hier dus 51,5 d.M. beneden N.A.P. (nieuw Amsterdamsch peil).

Volgnum-
mer Vecht.
No.

Plek N^o. 4. (Zuidzijde).

29. Baggerlaag, 15,5 d.M. dik (37,5—53,0).

Kortenhoefsche polder.

Plek N^o. 1. (Kortenhoef Oostzijde).

De nummers 30, 31 en 32 zijn monsters van één legakker.

30. d. o. m. *) 0—5 d.M. Zwarte kleiderrie.

31. d. o. m. 10—15 d.M. Zwart oud veen.

32. d. o. m. 5—15 d.M. Zwarte kleiderrie.

33. Baggerlaag, 6 d.M. dik (24,0—30,0).

Het zand ligt hier 1,9 M. onder den waterspiegel. Hieruit is af te leiden, dat de dikte van de veenlaag in de legakkers tot het zand iets meer dan 2 M. bedraagt.

Plek N^o. 2. (Kortenhoef Oostzijde).

De nummers 34 en 35 zijn monsters van één legakker.

34. d. o. m. 0—5 d.M. Zwarte derrie, met een weinig zand.

35. d. o. m. 10—15 d.M. Zwarte veenderrie.

36. Baggerlaag, 1,5 d.M. dik (26,0—27,5).

Het zand ligt hier 1,65 M. onder den waterspiegel. Hieruit is af te leiden, dat de dikte van de veenlaag in de legakkers tot het zand ongeveer 2 M. bedraagt.

Plek N^o. 3. (Wijdeblik).

37. Baggerlaag, 4,5 d.M. dik (27,0—31,5).

Plek N^o. 4. (Kortenhoef Westzijde).

38. Baggerlaag, 8 d.M. dik (29,0—37,0).

Plek N^o. 5. (Kortenhoef Westzijde).

39. Legakker, d. o. m. 0—15 d.M. Zwarte kleiderrie.

40. Baggerlaag, 10 d.M. dik (28,0—38,0).

Plek N^o. 6. (Kortenhoef Westzijde).

41. Legakker, d. o. m. 0—15 d.M. Zwarte derrie.

42. Baggerlaag, 3 d.M. dik (22,0—25,0).

Plek N^o. 7. (Wijdeblik).

43. Baggerlaag, 8,5 d.M. dik (31,0—39,5).

Plek N^o. 8. (Wijdeblik).

44. Baggerlaag, 14,5 d.M. dik (30,0—44,5).

Plek N^o. 9. (Wijdeblik).

45. Baggerlaag, 17 d.M. dik (27,0—44,0).

Loosdrechtsche- en Breukelerveensche polders.

Plek N^o. 1. (Schinkeldijk).

46. Baggerlaag, 23 d.M. dik (34,5—57,5).

*) d. o. m. = diepte onder maaiveld van de laag, waaruit het monster genomen is.

Volgnum-
mer Vecht.
No

Plek N°. 2. (Loosdrecht).

47. Baggerlaag, 13 d.M. dik (30,5—43,5).

Plek N°. 3. (Loosdrecht Oostzijde).

48. Baggerlaag, 2 d.M. dik (24,5—26,5). De baggerlaag is hier van zeer weinig beteekenis en bestaat grootendeels uit fijn zand.

Plek N°. 4. (Breukelerveen Westzijde).

49. Baggerlaag, 21 d.M. dik (29,5—50,5).

Plek N°. 5. (Breukelerveen Westzijde).

50. Baggerlaag, 10 d.M. dik (31,5—41,5).

Plek N°. 6. (Loosdrecht Oostzijde).

52. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte grond, iets klei houdend.

51. Baggerlaag, 12,5 d.M. dik (25,0—37,5).

Plek N°. 7. (Loosdrecht Oostzijde).

54. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M.

53. Baggerlaag, 5,5 d.M. dik (23,0—28,5).

Plek N°. 8. (de Vuntes).

56. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwart bruin veen.

55. Baggerlaag, 1,5 d.M. dik (26,5—28,0). Bevat veel zand.

Plek N°. 9. (bezuiden Oud-Loosdrecht).

75. Baggerlaag, 9 d.M. dik (28,0—37,0).

Plek N°. 10. (beoosten Muieveld).

76. Baggerlaag, 6 d.M. dik (31,0—37,0).

Plek N°. 11. (Breukelerveen Oostzijde).

77. Baggerlaag, 7 d.M. dik (26,0—33,0).

Plek N°. 12. (Kievitsbuurt).

79. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Kleiderrie.

78. Baggerlaag, 25 d.M. dik (31,0—56,0).

Plek N°. 13. (Kievitsbuurt).

81. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Kleiderrie.

80. Baggerlaag, 22 d.M. dik (39,0—61,0).

Plek N°. 14. (bewesten Muieveld).

82. Baggerlaag, 17 d.M. dik (31,0—48,0).

Stichtsch-Ankeveensche polder.

Plek N°. 1. (in het midden).

58. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie, waarin een laagje grijze klei, dik 1 d.M.

57. Baggerlaag, 4 d.M. dik (24,5—28,5).

Volgnum-
mer Vecht.
No.

Plek No. 2. (Westzijde).

59. Baggerlaag, 11 d.M. dik (32,5—43,5).

Plek No. 3. (Noord-Westzijde).

60. Baggerlaag, 13 d.M. dik (31,5—44,5).

Plek No. 4. (Zuidzijde).

66. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

65. Baggerlaag, 5,5 d.M. dik (22,5—28,0). Bevat veel veen.

Hollandsch-Ankeveensche polder.

Plek No. 1. (in het midden).

62. Legakker, d. o. m. 0—15 d.M. Kleiderrie, zeer kleihoudend.

61. Baggerlaag, 5 d.M. dik (21,5—26,5).

Plek No. 2. (Noord-Westzijde).

64. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

63. Baggerlaag, 10,5 d.M. dik (27,5—38,0).

Blijkpolder.

Plek No. 1. (Westzijde).

68. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

67. Baggerlaag, 21 d.M. dik (27,0—48,0). Bevat veel vergane schelpresten.

Plek No. 2. (Oostzijde).

70. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

69. Baggerlaag, 15,5 d.M. dik (31,0—46,5).

Spiegelpolder.

Plek No. 1. (Westzijde).

72. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

71. Baggerlaag, 19 d.M. dik (33,5—52,5).

Plek No. 2. (Oostzijde).

74. Legakker, d. o. m. 0—20 d.M. Zwarte kleiderrie.

73. Baggerlaag, 10 d.M. dik (28,5—38,5).

Ter verduidelijking van tabel I stip ik hier nog het volgende aan.

De bemonsterde plekken zijn alle opgenomen in een kaartje van het terrein ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, dat zich achter den text bevindt. Op dit kaartje is het land met strepen en het legakkergebied met stippellijnen gearceerd; het water is wit gelaten. Hierbij is de topografische kaart gevolgd, die echter — zooals reeds opgemerkt is — den tegenwoordigen toestand niet meer weergeeft. Tevens zijn afzonderlijke kaartjes opgenomen van den Bethunepolder en den Horstermeerpolder. Op deze laatste zijn ook de plekken opgenomen, waar op last van de Staatscommissie boringen verricht zijn. De door de Com-

missie aangeboorde plekken zijn met een B en met kleine cijfers gemerkt. Van de door mij in deze polders bemonsterde plekken zijn mij de kadastrale gegevens niet bekend. Met behulp van de kaartjes is de ligging van deze plekken later echter wel met vrij groote nauwkeurigheid terug te vinden.

In den *Bethunepolder* zijn op 5 plekken totaal 12 monsters van boven- en ondergrond genomen. Bij bemonstering van plek 1 bleek de bovenlaag met geel zand vermengd te zijn. Ik verkeerde aanvankelijk in de meening, dat dit toevallig bijgemengd zand uit de slooten was en liet daarom de bovenste 10 c.M. van plek 1 weg. Later bleek dit gele zand op meerdere plekken in de bovenlaag voor te komen. Het is waarschijnlijk van overstroming afkomstig. Het diluviale zand ligt bij plek 4 op 90 c.M. diepte, bij plek 1 op 1 M. en bij plek 5 op 1,3 M. Van het Oosten naar het Westen daalt het diluviale zand vrij geleidelijk.

Horstermeerpolder. In dezen polder zijn van 6 plekken totaal 13 monsters genomen. Het zand komt hier op sommige plekken aan de oppervlakte. Het monster 21 (Horstermeerpolder, plek 4) is vrij zuiver zand (met slechts 1,85 pct. gloeiverlies en 2,15 pct. klei = fractie I + II). Dit grondmonster is van belang, omdat — zooals later in § 26 zal blijken — voor terreinen uit dergelijk arm zand bestaande toch nog hooge prijzen betaald worden.

In den *Loenerveenschen polder* is op 4 plekken gebaggerd. De zandlaag daalt hier van 4,65 M. onder N.A.P. in het Noord-Oosten tot ongeveer 5,2 M. onder N.A.P. in het Zuid-Westen van den plas.

Kortenhoeftsche polder. Hier werden van 9 plekken totaal 16 monsters legakkergrond en bagger genomen. Deze polder bestaat uit drie gedeelten, n.l. Het Wijde Blik, dat grootendeels een waterplas is en Kortenhoeft Oostzijde en Westzijde, waar nog vrij veel land (legakkers) voorkomt. Zooals ik reeds in noot 3 opmerkte, is de hoeveelheid land hier op verschillende plekken reeds aanzienlijk minder dan de topografische kaart aangeeft. Volgens de bewoners zou hier in het legakkergebied in vrijwel de richting Noord-Zuid ter hoogte van de plekken 1, 5, 6 een kleistroom boven de veenformatie liggen. Ik heb deze kleistroom echter nergens aangetroffen en ook het onderzoek van de monsters op kleigehalte heeft het bestaan van een dergelijke stroom niet aangetoond. Er treden toch slechts kleine verschillen in slibgehalten in de legakkergronden van de plekken 1, 2, 5 en 6, dus resp. in de Vechtmonsters n°. 30, 32, 34, 35, 39 en 41 op. Het gehalte aan klei (fractie I + II, dat zijn deeltjes kleiner dan 0,02 m.M.) bedraagt voor deze 6 gronden resp. (afgerond) 17 pct., 16 pct., 10 pct., 13 pct., 13 pct., 15 pct.⁴⁾ In het Wijde Blik daalt het diluviale zand van het Oosten (plek 3) naar het Westen (plekken 7, 8 en 9) van 3,15 M. tot 3,95 à 4,45 M. beneden N.A.P.

Loosdrechtsche en Breukelerveensche polders. De volgende 19 monsters bagger en legakkergrond zijn genomen van 14 plekken, gelegen in het complex, dat begrensd wordt ten Noorden door

de Loenerveensche en Kortenhoefsche polders en ten Zuiden door het Tienhovensch kanaal. Ook in dit complex daalt het diluviale zand naar het Westen toe.

Ten Noorden van den Horstermeerpolder zijn ten slotte nog 10 plekken bemonsterd en wel in de beide *Ankeveensche polders* 6 plekken, in den *Blijkpolder* 2 plekken en in den *Spiegelpolder* 2 plekken. De daling van het diluviale zand in de Ankeveensche polders is van ongeveer 2,65 à 2,85 M. tot 3,8 à 4,45 M. beneden N.A.P. Ook in de Blijk- en Spiegelpolders daalt het zand en wel van 4,65 M. tot 4,8 M. in den Blijkpolder en van 3,85 M. tot 5,25 M. in den Spiegelpolder. In het punt Spiegelpolder n°. 2 ligt het diluviale zand slechts 3,85 M. beneden N.A.P., terwijl daaromheen het zandniveau daalt tot 5,25 M. (Spiegelpolder n°. 1), 4,8 M. (Blijkpolder n°. 1), 4,65 M. (Blijkpolder n°. 2) en 4,35 en 4,45 M. (Stichtsch-Ankeveensche polder, resp. n°. 2 en n°. 3). Het zandniveau rijst dan weer tot 3,8 M. onder N.A.P. in den Hollandsch-Ankeveenschen polder (plek n°. 2)⁵⁾.

§ 3. *De bestanddeelen, waarop de monsters onderzocht zijn.*

Het vochtgehalte van de oorspronkelijke monsters, in den toestand dus, waarin ze ter plaatse genomen werden en op het laboratorium inkwamen, is zeer uiteenlopend. Het schommelt tusschen ongeveer 90 pct. bij de baggermonsters en 16 pct. bij de meest zandige gronden. De humushoudende zandgronden bevatten gemiddeld ongeveer 45 pct. vocht, de meer venige gronden en ook de legakkers van ongeveer 80 pct. tot 65 pct. vocht. Ten einde nu al deze monsters met elkander te kunnen vergelijken, was het in de eerste plaats noodig na te gaan, hoeveel kilogram droge stof per d.M³. aanwezig is. Daartoe moest van elk monster bepaald worden het volumegewicht van het oorspronkelijk monster, d. w. z. het gewicht van het oorspronkelijk monster in K.G. per d.M³. en het gehalte aan water. Uit beide grootheden is dan te berekenen, hoeveel K.G. droge stof per d.M³. in het oorspronkelijk monster aanwezig is.

Vervolgens stelde ik mij de vraag, welke bestanddeelen in de droge stof bepaald moesten worden. Zooals reeds op blz. 16 opgemerkt is, zou het onderzoek van vergelijkenden aard zijn, d. w. z. dat de physische en chemische samenstelling van de baggers en de legakkergronden met die van gronden van hetzelfde type — dus van laagveengronden — vergeleken zou worden. Het was nu nog maar de vraag, welke gegevens voor de beoordeeling van dit bodemtype van het meeste nut geacht konden worden.

De cultuurwaarde van de veengronden en van de met veen gemengde zandgronden ligt grootendeels in het hoog gehalte aan organische stoffen en het daarmee gepaard gaande hooge stikstofgehalte, dat deze gronden bezitten. Verder is het kalkgehalte met het oog op den verzadigingstoestand van deze gronden⁶⁾

van groot belang. Zoowel in het gehalte aan stikstof (N) als aan kalk (Ca O) — doch vooral aan dit laatste bestanddeel — bestaan er groote verschillen tusschen hoogveen en laagveen ⁷⁾ en uit den aard der zaak ook tusschen de humushoudende zandgronden, al naar gelang ze uit de vermenging van zand met hoog- of met laagveen ontstaan zijn. Volgens FLEISCHER is zelfs het kalkgehalte het beste middel om de verschillende veenformatie's van elkander te onderscheiden. FLEISCHER noemt hoogveengronden die gronden, welke op droge stof (vrij van zand en andere verontreinigingen) hoogstens 0,5 pct. Ca O bevatten, terwijl in laagveengronden minstens 2,5 pct. Ca O op droge stof (als boven) voorkomt. „Diese Unterscheidung“, zegt TACKE ⁸⁾ „hat auch heute „noch trotz aller Fortschritte in der Kenntnis der verschiedenen „Moorbildungen und der heute möglichen feineren Differenzierung derselben namentlich für praktische Zwecke ihre Berechtigung und Bedeutung.“ Als gemiddelde cijfers geeft FLEISCHER ⁹⁾ op, dat in 100 K.G. van de droge stof voorkomen kilogrammen:

		laagveen. hoogveen.	
organische	} bestanddeelen }	85	98
minerale		15	2
stikstof (N)		2,5	1,0
kali (K ₂ O)		0,1	0,04
kalk (Ca O)		4,0	0,25
phosphorzuur (P ₂ O ₅)		0,2	0,07

Nog grooter worden deze verschillen, wanneer men berekent, hoeveel per 100 d.M³. in K.G. aanwezig is. Daarvoor is het noodig het volumegewicht te kennen. Volgens FLEISCHER bedraagt dit gemiddeld voor laagveen 0,25 en voor hoogveen 0,125, d.w.z. 1 d.M³. laagveen bevat gemiddeld 0,25 K.G. en 1 d.M³. hoogveen gemiddeld 0,125 K.G. droge stof. Per 100 d.M³. is dus aanwezig in K.G.:

	laagveen. hoogveen.	
organische stof	21	12
stikstof (N)	0,63	0,13
kalk (Ca O)	1,00	0,03
phosphorzuur (P ₂ O ₅)	0,05	0,008

De bepaling aan organische stof, stikstof en kalk moest dus in de eerste plaats geschieden. De gehalten aan kali en phosphorzuur zijn van minder belang, omdat de beide veenformatie's toch arm aan deze bestanddeelen zijn. Met het oog op het vele werk, dat de kalibepalingen met zich medebrengen, heb ik deze achterwege meenen te kunnen laten. Het gehalte aan phosphorzuur is echter in alle monsters bepaald. Bij een uitvoerig onderzoek van een vrij groot aantal hooimonsters ¹⁰⁾ was mij toch gebleken, dat het gebrek aan phosphorzuur in vele gronden — en daaronder vooral in veenformatie's — dergelijke groote afmetingen aangenomen heeft, dat zonder flinke phosphorzuurbemes-

ting geen cultuur hier mogelijk is. Ik kom op dit punt nog nader in Hoofdstuk IV terug.

Oorspronkelijk verkeerde ik in de meening, dat de verschillende monsters op een enkele uitzondering misschien na, arm aan kleibestanddeelen zouden zijn. Aanvankelijk heb ik mij daarom vergenoegd met de bepaling van het gloeiverlies en de rest als „zand” aangenomen. Later bleek het wenschelijk — op grond van verschillende uitlatingen over een vermoedelijk hoog kleigehalte in sommige monsters — om ook het gehalte aan klei en zand in alle monsters te bepalen.

De bagger- en grondmonsters kunnen ten slotte nog zwavelverbindingen in verschillende vormen bevatten, die onder bepaalde omstandigheden eene vergiftige werking kunnen uitoefenen. Een onderzoek in deze richting was dus noodzakelijk. Ik kom op dit punt in de volgende paragraaf (§ 4) terug.

Nadat aldus was vastgesteld op welke bestanddeelen de monsters onderzocht zouden worden, stuitte ik voor verschillende van deze bestanddeelen op de moeilijkste vraag, die zich bij elk grondonderzoek voordoet, n.l. deze of de totale hoeveelheid van het betreffende bestanddeel bepaald moest worden of wel, dat eene poging moest worden aangewend, om te trachten op de een of andere wijze na te gaan, hoeveel van het betreffende bestanddeel in een voor de planten opneembaren vorm aanwezig was. Misschien kan ik het beste de moeilijkheid, die ik hier bedoel nader omschrijven door aan het bekende voorbeeld uit *MAYER's Lehrbuch der Agrikulturchemie* te herinneren. In een zeer onvruchtbaren grond vond men 3 pct. kali; het Nijlslib daarentegen, misschien wel de vruchtbaarste grond, die er bestaat, bevatte slechts 0,5 pct. van dit bestanddeel en toch was de eerstgenoemde kalirijke grond uiterst dankbaar voor eene kalibemesting; terwijl eene bemesting van het slib der Nijl in het geheel geene uitwerking heeft. De oorzaak van dit verschil is bekend. De eerste grond bevat de kali in een moeilijk aantastbaren vorm, terwijl nagenoeg alle kali van het Nijlslib in een voor de planten assimileerbaren vorm aanwezig is. Het komt er dus niet alleen op aan, hoeveel van een zeker bestanddeel in den bodem voorkomt, van nog meer belang is het te weten, onder welken vorm het voorkomt en of het gemakkelijk door de planten kan worden opgenomen. Het voornaamste van wat op dit gebied tot nu toe bereikt is, moge hier kort uiteengezet worden.

In den grond zijn te onderscheiden de minerale en de organische bestanddeelen. De eerste zijn afkomstig van de verweerde gesteenten, de laatste zijn opgebouwd uit de overblijfselen van het organische leven. Bij de verweering ondergaan de gesteenten eene ingrijpende verandering, die voor den bodem, als woonplaats van de planten van groot belang is. Terwijl toch de mineralen kwarts, glimmer en veldspaat, waaruit onze Nederlandsche gronden in hoofdzaak zijn opgebouwd, nagenoeg niet in staat zijn de

planten van de noodige plantenvoedende stoffen te voorzien, is dit met het verweeringsproduct — waarbij dan de overblijfselen van de veldspaten vooral op den voorgrond treden en dat men kortweg „klei” kan noemen — wel het geval. Hieruit blijkt het grootte belang om het verweerde van het onverweerde minerale bodemcomplex te scheiden. Het is o.m. van BEMMELEN geweest, die getracht heeft dit te doen. Hij onderscheidt daarbij ¹¹⁾ een verweeringssilicaat A (het door zoutzuur ontleedbare), een verweeringssilicaat B (het door zwavelzuur ontleedbare) en de onverweerde mineraalfragmenten. Hoe rijker de grond aan verweeringssilicaat A is en hoe rijker dit silicaat op zijn beurt aan plantenvoedende bestanddeelen is, des te vruchtbaarder is — tot zekere grenzen ¹²⁾ — de bodem. Hoe men nu ten slotte over de waarde van het grondonderzoek moge denken, alle onderzoekers zijn het wel daarover eens, dat de bepaling van de in zoutzuur oplosbare plantenvoedende bestanddeelen (aanwezig in het verweeringssilicaat A) een beter inzicht in den vruchtbaarheidstoestand van den bodem geeft, dan de zoogenaamde totaal-analyse van den grond. Deze laatste leert ons den totalen voorraad aan plantenvoedende bestanddeelen kennen, die in den grond aanwezig is en waarvan een gedeelte eerst in den loop der jaren, in ons klimaat zelfs eerst in den loop der eeuwen voor de planten beschikbaar komt.

Dezelfde beschouwingen zijn nu op het organische bodemcomplex toe te passen. Ook de organische stoffen verweeren in den bodem; zij gaan daarbij over in meer of minder donker gekleurde verbindingen, in humus; zij humificeeren. En evenals de verweerde minerale bestanddeelen hebben ook de goed vergane plantenresten als plantenvoedsel hoogere waarde dan de nog niet vergane. Een poging om ook hier de verweerde van de onverweerde bestanddeelen te scheiden is door GRANDEAU gedaan. GRANDEAU bepaalt de organische stof, die in verdunde ammonia oplosbaar is. De grond wordt eerst met verdund zoutzuur uitgetrokken om de aan humus gebonden basen (kalk en magnesia) in oplossing te brengen. De zwarte stof, die dan in de verdunde ammonia oplost, noemt hij „matière noire”. Wanneer men deze matière noire op het voetspoor van GRANDEAU als de kwintessens van de organische bestanddeelen beschouwt, dan ligt het voor de hand ook de stikstof en het phosphorzuur en feitelijk ook de basen te bepalen, die in de matière noire aanwezig zijn. Voor de stikstofbepaling kan natuurlijk niet met ammonia uitgetrokken worden; GRANDEAU neemt daarvoor verdunde loog en meent inderdaad op deze wijze de gemakkelijk opneembare stikstof te kunnen bepalen. De bekende Californische bodemkundige HILGARD was een groot voorstander van de theorie van GRANDEAU. HILGARD noemt de matière noire de actieve humus, kortweg ook wel de humus. Teneinde evenwel verwarring te voorkomen, zal het zaak zijn het geheel aan organische bestanddeelen met den naam van humus te blijven bestempelen. Bedoelt

men dan de *matière noire* dan kan men van „actieve humus” of „GRANDEAU-humus” spreken. De overige organische bestanddeelen beschouwt HILGARD niet als waardeloos, „even aside from their potential conversion into active humus. Not only do these remnants of vegetation lighten the soil, rendering it more pervious to air and water, but in their progressive decay they give off carbonic gas, which is active in soil-decomposition; and they serve as nourishment to the soil bacteria upon which its thriftiness so greatly depends”. (Zie HILGARD, *Soils*, bldz. 135 en idem bldz. 360).

Het is echter niet zoozeer de actieve humus, waarin HILGARD belang stelt, als wel de stikstof, dië in dezen actieven humus voorkomt. Op grond van onderzoekingen, waarop ik thans niet nader inga, komt hij tot de conclusie, dat de stikstof van den niet-actieven humus niet nitrificeert. „According to these results it is clear that in order to gain any tangible indications with respect to cropbearing, it is the nitrogen in the humus proper, the *matière noire* only, that should serve as the basis; and that as a current source of nitrogen to the plant, the unhumified matter is hardly entitled to more consideration than the „insoluble silicates” (*Soils*, bldz. 360). En in een van zijn laatste publicatie's ¹³⁾ heet het nog: „Die unzersetzten Pflanzenreste nitrifizieren nicht! GRANDEAU's *matière noire* ist die wirklich tätige Humussubstanz.”

Tal van onderzoekers hebben de theorie van GRANDEAU aangevallen. MAYER ¹⁴⁾ komt zelfs tot de conclusie „dass auch dieser Modus einer Humustheorie als definitiv beseitigt anzusehen ist”. Daartegenover staat bijv. weer de opvatting van VAN BYLERT ¹⁵⁾, dat de kennis van de hoeveelheid totaal-stikstof in den bodem eene beperkte waarde heeft en dat men onderscheid moet maken tusschen de hoeveelheid totaal-stikstof en de hoeveelheid gemakkelijk ontleedbare stikstof. Materiaal om dit voor de Indische gronden aan te toonen is echter door VAN BYLERT niet verzameld. VAN ROMBURGH en zijne medewerkers hebben dit wel gedaan voor de gronden, waarop in Java thee gecultiveerd wordt. Zij komen in hun vierde verslag ¹⁶⁾ echter tot de volgende conclusie: „Eene bepaling van de organische stof en van de totaal-stikstof in de op middelmatige hoogte gelegen theegronden komt ons voor, een even duidelijk beeld te geven van de vruchtbaarheid van den grond — voorzooover deze afhankelijk is van genoemde bestanddeelen — als de methode van HILGARD.” Vooral opmerkelijk is het, dat bij de onderzochte theegronden een zóó groot percentage van de totaal aanwezige stikstofverbindingen door verdunde loog in oplossing gaat. Deze resultaten aangaande de theegronden op Java staan waarschijnlijk in verband met het snelle verloop van het humificatieproces in onze tropen. In ons gematigd klimaat is dit anders. Vooral de organische stoffen van de turf humificeeren — o.a. volgens de onderzoekingen van LÖHNIS en GREEN ¹⁷⁾ in vergelijking met die van stalmest en van

groene bemesting slechts zeer langzaam. Doch ditzelfde resultaat verkrijgen beide onderzoekers bij hun onderzoek van den GRANDEAU-humus uit groene bemesting, stalmest, turf, enz. Terwijl de GRANDEAU-stikstof uit groene bemesting en stalmest sterk nitrificeerde, werd die uit den turfhumus slechts zwak aange-tast ¹⁸⁾. In dit opzicht is er dus geen verschil tusschen totaal-humus en GRANDEAU-humus.

Het was nu wel aanlokkelijk, een systematisch onderzoek aangaande het verband tusschen totaal-humus en totaal-stikstof eenerzijds en actieven-humus en actieve-stikstof anderzijds bij alle monsters in te stellen. Met het oog op het toenmaals voor dergelijk werk beschikbare personeel moest ik mij echter beperken. Op grond van alles wat hierboven is medegedeeld, meende ik daarom met de bepaling van den totaal-humus en de totaal-stikstof te kunnen volstaan.

Ten slotte moet ik nog mededeelen, dat — ook al om tijd uit te sparen — niet het gehalte aan organische stoffen, doch het gloeiverlies bepaald is. Bij het gloeien van den grond worden niet alleen de organische stoffen verwijderd, doch wordt tevens het koolzuur van de koolzure kalk en het in de kleisubstantie vast gebonden water uitgedreven, terwijl sommige stoffen (als ferroverbindingen en pyriet) bij het gloeien zuurstof opnemen. Nu zijn deze laatste stoffen of niet of gewoonlijk slechts in dergelijke kleine hoeveelheden aanwezig, dat zij, zonder groote fouten te maken, buiten rekening kunnen blijven. Verder is voor het bij het gloeien uitgedreven koolzuur door bepaling van het gehalte aan koolzure zouten (vrijwel hoofdzakelijk koolzure kalk) eene correctie aan te brengen. Voor het gehalte aan vastgebonden water in de kleisubstantie is dit echter bezwaarlijk te doen. Dat inderdaad de cijfers, die resp. het gloeiverlies en het humusgehalte aangeven, uiteenloopen en wel des te sterker, naarmate de grond rijker aan kleibestanddeelen is, kan blijken uit de volgende tabel, die aan eene weinig bekende, doch belangrijke publicatie van EMMERLING ¹⁹⁾ ontleend is.

Grondsoorten.	Gloeiverlies	Humus	Gloeiverlies als humus = 100 gesteld wordt.
	in procenten.		
Diverse leemgronden . .	3,8	2,4	157
Zandgronden (klasse IV en V) ²⁰⁾	4,7	4,0	117
Venige zandgronden . .	9,0	8,5	106
Kleigronden	4,2	2,6	163

Bij een eenigszins hoog gehalte aan kleiachtige bestanddeelen maakt men dus een niet onaanzienlijke fout, door in plaats van

het gehalte aan organische bestanddeelen (uit het gehalte aan koolstof te bepalen) het gloeiverlies op te geven. Nu verkeerde ik — zooals reeds werd opgemerkt — oorspronkelijk in de meening, dat de monsters vrijwel geheel uit zand en organische stof bestonden en ik heb mij daarom vergenoegd met de bepaling van het gloeiverlies. Bij een later ingesteld onderzoek naar de mechanische samenstelling bleken alle monsters op enkele vrij zuivere zandgronden na — een niet onbelangrijk gehalte aan kleibestanddeelen te bevatten (fractie I, deeltjes kleiner dan 0,002 m.M., of fractie I + II, dat zijn deeltjes kleiner dan 0,02 m.M.). De monsters, waar het op aan komt, bevatten gemiddeld in procenten op droge stof van fractie I : 7,2 — 8,4 — 7,7 — 9,4 — 9,5 en van fractie I en II : 20,4 — 15,2 — 17,7 — 14,6 — 14,6. Voor een nauwkeurige humusbepaling kan bij dergelijke gronden zonder twijfel de bepaling van het gloeiverlies geen dienst doen. Mijne cijfers voor de organische stof zijn dus niet juist. De fout is echter niet groot, zooals uit de volgende overwegingen blijken kan. Uit de cijfers van EMMERLING (blz. 29) volgt, dat de onderzochte klei- en leemgronden gemiddeld 1,5 pct. vastgebonden water bevatten, d.i. het verschil tusschen gloeiverlies en humus ²¹). De Vecht-monsters bevatten echter aanzienlijk minder kleibestanddeelen dan de klei- en leemgronden van EMMERLING en dus ook minder vastgebonden water. Wel geven de hierboven staande cijfers van 20,4 pct.—14,6 pct. klei den indruk, alsof de gronden nogal zwaar zijn, maar men dient hierbij in het oog te houden, dat *bij de door mij gevolgde methode voor het mechanisch bodemonderzoek* voor zware klei- en leemgronden — en hierop slaan de cijfers van EMMERLING — kleigehalten van 50—70 pct. en soms hooger gevonden worden. Hierbij komt nog de gelukkige omstandigheid, dat de onderlinge verschillen tusschen de monsters en nog meer tusschen de verschillende groepen (zie tabel 4, bldz. 51 en 52) zeer klein zijn. Het cijfermateriaal moge dan al niet absoluut juist zijn, de fouten zijn toch klein en zonder groote bezwaren is het voor onderlinge vergelijking te gebruiken, zoodat het zich voor het trekken van betrouwbare conclusies leent.

Phosphorzuur. In de laatste jaren heeft men getracht het totaal-phosphorzuur in den bodem (oplosbaar in meer of minder sterk HCl of HNO_3) te scheiden van het gemakkelijk opneembare bodemphosphorzuur (oplosbaar in zwakke zuren, in koolzuurhoudend water, enz.). Geslaagd zijn deze pogingen nog niet te noemen. Mede met het oog op het te verwachten geringe phosphorzuurgehalte is alleen het in zoutzuur-oplosbare phosphorzuur bepaald (totaal-phosphorzuur). Ik had dan tevens het voordeel, dat de cijfers vergelijkbaar waren met de door EMMERLING, e.a. bepaalde phosphorzuur-cijfers.

Kalk. Op grond van verschillende onderzoekingen en mede op grond van theoretische overwegingen meende ik te mogen

aannemen, dat — afgezien van de koolzure kalk en van in water oplosbare kalkverbindingen — de begrippen uitwisselbare kalk en assimileerbare kalk zich vrijwel dekten. Tijdens het onderzoek der Vecht-monsters had ik echter de methode ter bepaling van de uitwisselbare kalk nog niet met voldoende nauwkeurigheid uitgewerkt. Het was mij echter reeds gebleken, dat de kalk van het verweeringscomplex A in de onderzochte kleigronden voor verreweg het grootste gedeelte (voor ongeveer drie kwart) in den uitwisselbaren vorm voorkomt ²²⁾. Voor humushoudende gronden bezit ik op dit punt nog slechts enkele cijfers, die er echter op wijzen, dat ook de kalk in het humaat grootendeels in den uitwisselbaren vorm aanwezig is. Eene bepaling van de in zoutzuur oplosbare kalk geeft dus een vrij goed beeld van het gehalte van den grond aan assimileerbare kalk. Toen ik in de jaren 1917/1919 de methode ter bepaling van de uitwisselbare basen had uitgewerkt, had ik geen voldoende personeel ter beschikking om voor de 82 Vecht-monsters naast de in zoutzuur oplosbare kalk nog de uitwisselbare kalk te bepalen. Aangezien het echter op de onderlinge vergelijking van de monsters aankomt en aangezien de in zuur oplosbare kalk grootendeels in den uitwisselbaren vorm aanwezig is, en aangezien last not least bij alle onderzoekingen van veengronden de in zoutzuur oplosbare kalk bepaald is, heb ik mij met de bepaling van dit cijfer tevreden gesteld.

Magnesia. Achteraf is het wel jammer, dat het gehalte aan magnesia niet bepaald is. Voor zoover ik dit gehalte voor het trekken van conclusie's noodig heb, heb ik gebruik gemaakt van de magnesia-cijfers, door VAN BEMMELEN bij zijn onderzoek van verschillende veenachtige gronden (Vinkeveensche-, Proostdij- en andere polders) gevonden, alsmede van enkele cijfers, waarover ik zelf beschikte.

§ 4. *De schadelijke zwavelverbindingen in den bodem.*

In grond, waarin de lucht goed kan binnendringen wordt de plantenmassa door de zuurstof van de lucht ontleed (oxydatieverschijnsel), waarbij als eindproducten koolzuur en water optreden ²³⁾. Bij geheele of gedeeltelijke afsluiting van de lucht, wanneer dus de aëratie van den bodem in meerdere of mindere mate belemmerd wordt, ontleedt de rottende plantenmassa de zuurstof, die zij voor haar ontleding noodig heeft, gedeeltelijk aan zuurstofrijke verbindingen in den bodem. Deze zuurstofrijke verbindingen worden gereduceerd, terwijl de zuurstofarme organische stoffen geoxydeerd worden. Hoewel dus bij afsluiting van de lucht zoowel oxydatie- als reductieprocessen in den bodem optreden, is in dit geval de aandacht toch meer op het ontstaan van de zuurstofarme verbindingen gevestigd en spreken we in dit geval van het reductieproces in den bodem. Tot de zuurstofrijke verbindingen behooren o.m. de ijzerverbindingen, die

bij reductie van den ferri- in den ferro-vorm overgaan. Bij nagenoeg al deze omzettingen spelen de microben in den bodem een voorname rol.

Een zeer bijzondere soort van reductie treedt in den bodem op, wanneer onder anaërobe omstandigheden — dus bij afsluiting van lucht — organische stoffen in tegenwoordigheid van gips (CaSO_4) gaan rotten. Bij dit volslagen anaërobe proces, hetwelk volgens BEIJERINK ²⁴) door een reduceerende spiril *microspira desulfuricans* veroorzaakt wordt, wordt het gips tot zwavelwaterstof (H_2S) gereduceerd ²⁵). Alvorens nu de lotgevallen van het zwavelwaterstof in den bodem verder na te gaan, dienen we ons eerst de vraag te stellen, in welke gevallen er zóóveel gips in den bodem voorkomt, dat de omzetting tot H_2S tot ophooping van eene groote hoeveelheid van — zooals we direct zullen zien — schadelijke zwavelverbindingen in den bodem aanleiding kan geven.

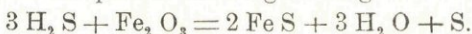
Zooals bekend is, bevat het zeewater sulfaten en het is dus duidelijk, dat bijv. in kweldergronden, die door zeewater gedrenkt zijn en die veel plantaardige stoffen bevatten, bij afsluiting van de lucht de sulfaatreductie moet plaats vinden. De zwarte kleur van de direct onder de oppervlakte gelegen lagen van de kweldergronden is aan deze sulfaatreductie toe te schrijven. Zooals we straks zullen zien, geeft deze reductie aanleiding tot het ontstaan van onoplosbare zwavelverbindingen; het proces kan dan met nieuwe door het zeewater aangevoerde sulfaten worden voortgezet en het ligt voor de hand, dat op deze wijze eene ophooping van zwavelverbindingen in den bodem kan plaats vinden. Hoe sterk deze soms kan zijn, bewijzen de resultaten van VAN BEMMELEN's onderzoekingen ²⁶).

Wordt nu in gronden eene ophooping van zwavelverbindingen geconstateerd, dan moeten deze gronden dus een tijdlang door zeewater gedrenkt geworden zijn. De vraag, hoe dit met de veenafzettingen ten Oosten van de Vecht mogelijk geweest is, is reeds door VAN BEMMELEN bij zijn onderzoek naar het voorkomen van zure lagen in het Naardermeer beantwoord. Het water in het Naardermeer is zoet; de sulfaten moeten dus grootendeels uit de diepte afkomstig zijn. Dat dit het geval is, bewijzen volgens VAN BEMMELEN (bldz. 44 en 45) de volgende feiten. „De laag klei, welke het diluviale zand van 1,5 d.M. tot 9 d.M. bedekt, bevat veel chloornatrium en sulfaat. Bij het boren van eene wel door eene Nortonpijp werd tot 40 M. diepte steeds brak water opgepompt. Na de droogmaking werd eene sterke kwel in den polder waargenomen; het water in de slooten werd brak. De ondergrond moet dus met andere zouthoudende lagen in het alluvium of met de zee in gemeenschap staan. Vóór de droogmaking schijnt de kleilaag, en ook de druk van het water in het meer, het kwellen van het brakke grondwater genoegzaam tegengehouden te hebben”. Tot zoover VAN BEMMELEN. (Zie mede blz. 92).

Ik haal deze opvatting van VAN BEMMELEN uitvoerig aan, omdat

zij niet alleen van theoretisch, maar ook van practisch belang is. In de eerste plaats zal toch het voorkomen van zwavelverbindingen in de gronden ten Oosten van de Vecht op zoutwaterwellen wijzen, evenals dit in het Naardermeer het geval was. Dat deze kwestie van belang is, volgt uit het feit, dat de Regeering de Vechtcommissie speciaal opdroeg na te gaan of zoutwaterwellen te vreezen zijn. En indien de opvatting van VAN BEMMELEN aangaande de wijze van aanvoer van de sulfaten juist is, dan is het niet onmogelijk, dat ook de vrij sterk humushoudende zandlaag onder de veenformatie zwavelverbindingen bevatten zal. Zooals ik reeds op blz. 17 opmerkte, zal dit punt later nader onderzocht moeten worden.

In de veenafzettingen ten Oosten van de Vecht waren dus, gezien de aanwezigheid van veel organische stof, de slechte aëratie en de voortdurende aanvoer van sulfaathoudend kwelwater, alle omstandigheden gunstig voor de geregelde vorming van zwavelwaterstof. Dit gas werkt nu onmiddellijk in op ijzeroxydhydraat onder vorming van eene zwart gekleurde verbinding van ijzersulfide (FeS) en onder afscheiding van elementaire zwavel²⁷⁾. Men kan dit proces als volgt weergeven:



Voor de ophooping van zwavelijzerverbindingen is nu nog de regelmatige aanvoer van ijzerhoudend water noodig. VAN BEMMELEN weet de herkomst van dit water (zie blz. 82—83 en 92—93) niet met voldoende zekerheid te kunnen nagaan. Het moet wel van buiten zijn aangevoerd. Het is misschien afkomstig „uit het brakke water, dat den bodem vroeger bespoelde”. Het wil mij voorkomen, dat de ijzerverbindingen in ons geval aangevoerd moeten zijn door het water van het Oostelijk van de venen liggende Gooische heuvelland. Voor de vorming van zwavelijzer is het niet noodig, dat het $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (ijzeroxydhydraat) eerst tot ferro gereduceerd wordt. Het H_2S oefent deze reduceerende werking zelf uit; bij inwerking van zwavelwaterstof op vochtig $\text{Fe}(\text{OH})_3$ of vochtigen ijzeroxydhoudenden grond heeft de boven aangegeven omzetting direct plaats.

Het reductieproces is met de vorming van het zwarte zwavelijzerproduct niet afgelopen. In zijne reeds genoemde publicatie (noot 26) bespreekt VAN BEMMELEN (blz. 89—91) dit voortgezette reductieproces. Volgens dezen onderzoeker wordt er een in zuren onoplosbaar en kristallijn zwavelijzer (FeS_2) gevormd. Over de wijze, waarop deze kristallijne zwavelijzerverbinding zich vormt, oppert VAN BEMMELEN verschillende onderstellingen. Het meest waarschijnlijk acht hij, dat zich FeS_2 vormt uit $\text{FeS} + \text{S}$. Onder den microscoop nam hij meestal ronde bolletjes waar; somtijds kon hij kuben en pentagoondodecaëders duidelijk onderscheiden. Zooals bekend kristalliseert de ijzerkies (FeS_2) in twee vormen, n.l. regulair als pyriet en rhombisch als markasiet. Pyriet is de stabielere vorm. Het door VAN BEMMELEN waargenomen FeS_2 was

regulair gekristalliseerd; deze onderzoeker spreekt dan ook steeds van pyriet. Verder zij het volgende nog uit VAN BEMMELEN aangehaald (blz. 91): „Dat de pyriet voorkomt in plaatselijke op-
hooping, zooals in diatomeeën en ook in plantencellen, bewijst dat de voorwaarden der vorming plaatselijk zeer gunstig kunnen zijn, maar niet overal. Aan organische stof is de vorming gebonden, maar niet alle plantendeelen zijn er even sterk mede voorzien. De organische stof der diatomeeën schijnt bijzonder geschikt te zijn voor pyrietvorming. Kan eene voorafgaande vorming van zwavel gedurende haar leven daarvan de oorzaak zijn? Men vindt de pyriet in de diepere lagen, zoowel in zeelei, die nog veel koolzure kalk bevat, als in klei, die ze verloren heeft. Zij ontstaat dus bij afwezigheid of althans bij zeer beperkte toetreding van zuurstof.”

VAN BEMMELEN heeft verder bepaald, hoeveel ijzer en zwavel in den grond nog na behandeling met sterk warm zoutzuur aanwezig zijn en wel (blz. 64, 65) door „de met sterk zoutzuur uitgetrokken aarde met koningswater te oxydeeren en in dit aftreksel zwavelzuur en ijzer te bepalen.” Uit andere analyses (publicatie VAN BEMMELEN, blz. 65, noot 1) mag worden aangenomen „dat het ijzeroxyd (dat niet als pyriet aanwezig is) grootendeels door zoutzuur wordt opgelost, zoodat dus het door koningswater opgeloste ijzer alleen van pyriet afkomstig is.” Uit dit ijzergehalte wordt dan het gehalte aan pyriet (FeS_2) berekend; de rest van het in koningswater gevonden zwavelzuur wordt als zwavel (S) opgegeven. VAN BEMMELEN geeft dus voor al zijn monsters onder de in zoutzuur niet-oplosbare zwavelverbindingen afzonderlijk op het gehalte aan pyriet (FeS_2) en aan zwavel (S). Deze laatste zwavel zou (blz. 66, 67) aanwezig zijn als eene zwavelhoudende organische stof.

Volgens MAERCKER ²⁸⁾ bezit het in de venen voorkomende zwavelijzer de samenstelling FeS_2 en den vorm van markasiet. Het oorspronkelijke stuk van MAERCKER stond mij niet ter beschikking, maar uit KÖNIG krijg ik den indruk, dat MAERCKER tot het voorkomen van markasiet besluit, omdat het aanwezige FeS_2 „sich bei Gegenwart von Wasser und Luft leicht in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure umsetzt. Daneben finden sich andere schwerer zersetzbare Schwefeleisenverbindungen, wenn auch seltener.”

In eene onlangs verschenen verhandeling van RODT ²⁹⁾, waarop prof. BONNEMA te Groningen mijne aandacht vestigde, stelt deze onderzoeker zich de vraag, of de vorming van ijzerkies (Schwefelkies FeS_2) onder de gewone omstandigheden van druk en temperatuur kan plaats vinden. Aan deze publicatie ontleen ik het volgende: „Bei der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf das Eisenoxydhydrat in feuchten Zustand bildet sich sofort ein schwarzes Schwefeleisenprodukt, das zwar noch nicht Schwefelkies (FeS_2) ist, das aber bei gewöhnlicher Temperatur im Verlauf von mehreren Tagen sich durch Umlagerung seiner Kon-

ponenten — Eisen und Schwefel — in Schwefelkies verwandelt. Freilich ist für diese Umlagerung Bedingung, dass die Luft während dieser Zeit nicht einwirkt und dass auch keine basischen Stoffe den Vorgang stören." IJzerkies kan zich dus inderdaad onder gewone omstandigheden van druk en temperatuur vormen. Alleen merkt RODT nog op, dat de op deze wijze ontstane zwavelkies „nicht die uns gewöhnlich vorschwebenden glänzenden Kristalle des bekannten Minerals vorstellt, sondern er ist ein äusserst feines schwarzes, sehr schweres Pulver. Tatsächlich, laat hij er op volgen, findet sich aber der Schwefelkies gerade in dieser Form im Boden und insbesondere in Moorböden meist vor."

VAN BEMMELEN constateert dus in zeeklei na behandeling met warm sterk zoutzuur nog de aanwezigheid van zwavel en ijzer in zoodanige verhouding, dat er meer zwavel voorhanden is, dan voor den opbouw van FeS_2 noodig is. Verder neemt hij regulaire kristallen van FeS_2 waar. Volgens MAERCKER komen in venen zwavelijzerverbindingen voor, die gedeeltelijk gemakkelijk, gedeeltelijk moeilijk oxydeeren. RODT kan in veengronden geen kristallen van zwavelijzer, doch slechts een zwart poeder, dat zwavel en ijzer bevat, waarnemen.

Hoewel mijne eigen onderzoekingen op dit punt nog onvolledig en slechts van zeer voorloopigen aard zijn, wil ik ze hier toch onder het noodige voorbehoud mededeelen. Ik heb in enkele monsters zeeklei, na behandeling van het monster met sterk kokend zoutzuur en loog (voor de methode zij naar noot 11 verwezen) en na afslibben van de deeltjes kleiner dan 0,002 m.M. (voor de methode zij verwezen naar noot 32) talrijke kleine zwarte bolletjes kunnen waarnemen. De meeste van deze bolletjes bezitten een diameter van ongeveer 4 à 6 μ (1 μ = 0,001 m.M.). Sommige zijn grooter; zelfs komen bolletjes van ongeveer 20 μ diameter voor. Ook zag ik enkele donkere stukjes van onregelmatigen vorm, waarvan de grootste afmetingen soms nog meer dan 20 μ bedroegen. De bolletjes hebben eenigszins geel getinte randen. Men krijgt den indruk, dat de omtrek niet bepaald cirkelvormig, maar meer zeshoekig is. De zwarte stukjes bezinken in eene vloeistof van S.G. = 3,1 (Thouletsche vloeistof). Het is blijkbaar een zwavelijzerverbinding. Of de beschreven bolletjes werkelijk kristalletjes van ijzerkies zijn, en of het pyriet of markasiet is, moet in het midden blijven. Verder nam ik onder den microscoop talrijke fragmenten van de diatomeeën waar. In eenige Vechtmonsters, die op dezelfde wijze behandeld waren, heb ik geen op kristallen gelijkende bolletjes gezien; verder trof ik slechts een enkel restant van diatomeeën aan. De zwavelijzerverbindingen, die hier achterblijven, bezitten allerlei onregelmatige vormen en afmetingen. Deze laatste loopen van ongeveer 5 μ tot soms 100 μ toe. De meeste zijn ongeveer van 10 μ tot 20 μ . Het is vreemd, dat deze zwarte stukjes grotendeels op de Thouletsche vloeistof

stof bleven drijven, ook na centrifugeeren. Dit punt zal ik nog eens nader onderzoeken.

Onder het noodige voorbehoud ben ik geneigd, om uit het bovenstaande de volgende conclusie's te trekken. Wanneer organische stoffen onder anaërobe omstandigheden in tegenwoordigheid van gips gaan rotten, wordt met medewerking van een reduceerende spiril zwavelwaterstof gevormd. Door inwerking van dit zwavelwaterstof op het ijzerhydroxyde van den grond ontstaat er zwavelijzer (FeS) en S . Uit dit FeS en S kan zich verder onder anaërobe omstandigheden een zwart gekleurd product vormen, dat in sterk warm zoutzuur onoplosbaar is. In sommige gevallen gaat dit product, althans gedeeltelijk, in den kristallijnen vorm over. Mogelijk speelt de aanwezigheid van diatomeeën bij dezen overgang een rol. Of evenwel al het in zoutzuur onoplosbare zwavelijzer, dat in bepaalde zeekleigronden voorkomt, aanwezig is in den kristallijnen toestand, blijft nog een open vraag. Deze overgang van het zwarte vormlooze zwavelijzer in den kristallijnen toestand is in verschillende veengronden niet waargenomen, o.a. niet in de monsters, uit de Vechtplassen afkomstig (zie ook noot 37).

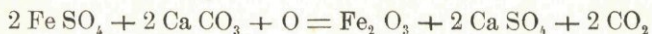
De tegenwoordige stand van onze kennis op dit gebied wordt naar mijne meening voorloopig het beste weergegeven, door in plaats van pyriet te spreken van zwavelijzerverbindingen in den grond, die in sterk warm zoutzuur niet oplosbaar zijn. Ik laat het daarbij verder in het midden, of hier bepaalde verbindingen van zwavel en ijzer in stöchiometrische verhoudingen optreden, of deze verbindingen den kristalvorm aannemen en ten slotte of naast zwavelverbindingen ook nog zwavel, hetzij in vrijen toestand, hetzij in organische verbindingen aanwezig is.

Hiermede is de sulfaatreductie besproken. Uit het gips ontstaan bij deze reductie dus zwavelijzer (FeS), zwavel (S) en verder in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen. Bij toetreding van de zuurstof van de lucht, zooals dit bijv. in hooge mate bij het droogleggen van de plassen en bij het indijken van de kwelders plaats vindt, treedt weer oxydatie op. Natuurlijk zal deze oxydatie ook in de periode der sulfaatreductie plaatselijk door de indringende luchtzuurstof niet geheel ontbreken (zie VAN BEMMELEN, blz. 93). Bij de oxydatie van het FeS ontstaan volgens KAPPEN (blz. 33) „zunächst nicht schwefelsaure Salze, die gleich wieder in den Kreislauf eintreten könnten. Es wird vielmehr bei dieser Oxydation der gesamte Schwefel des Eisensulfides als freier elementaren Schwefel abgespalten." Ook volgens RODT treedt bij de oxydatie van het ijzersulfide eerst elementaire zwavel op. De uit het FeS in fijn verdeelden toestand afgescheiden zwavel, alsmede de reeds aanwezige elementaire zwavel, oxydeeren zich dan volgens KAPPEN betrekkelijk langzaam tot zwavelzuur. Opmerkelijk is het, dat zich hierbij, geen SO_2 vormt. Van groot belang is verder het resultaat van KAPPEN, dat de snelheid van de oxydatie van de zwavel tot zwavelzuur in hooge mate afhangt

van den vorm, waarin de zwavelverbindingen aanwezig zijn. Ook de graad van dispersiteit zal van invloed zijn; fijn verdeelde zwavel (zwavelmelk) oxydeert het snelst. De oxydatie van de zwavelverbindingen kan zonder medewerking van bacteriën verlopen. Toch meenen verschillende onderzoekers (MAYER, LÖHNIS, KAPPEN), dat ook hier „die Bakteriën wieder die Hauptarbeit tragen”³⁰⁾.

Ook de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen oxydeeren bij toetreding van de lucht. Volgens VAN BEMMELEN (blz. 95) is het niet bekend, of deze oxydatie in verschillende fasen plaats vindt en zoo ja, welke deze zijn. Mogelijk vindt ook hier eerst afscheiding van zwavel plaats, die dan daarna tot zwavelzuur geoxydeerd wordt. Uit een practisch oogpunt is het van groot belang op te merken, dat deze oxydatie waarschijnlijk langzaam verloopt.

Wat is nu verder het lot van het zwavelzuur, dat bij de oxydatie van de zwavelijzerverbindingen in den bodem ontstaat? Uit de onderzoekingen van VAN BEMMELEN is wel gebleken (blz. 81, 85, 97, 98), dat het zwavelzuur de eigenlijke kleisubstantie (de verweeringssilikaten A en B), afgezien van de vorming van een weinig aluminiumsulfaat, niet noemenswaard aantast. En dat komt wel hierdoor, dat in de gronden, waarin het zwavelzuur door oxydatie van zwavelijzerverbindingen ontstaat, voldoende ijzeroxyd aanwezig is om dit zwavelzuur te binden. Op grond van allerlei waarnemingen en berekeningen concludeert VAN BEMMELEN (blz. 97) „dat het ijzeroxyde in de aarde de alkalische basen van humaat en silicaat tegen de inwerking van het zwavelzuur, tot aan zekere grens, beschut”. Er vormt zich dus na de oxydatie van de zwavel tot zwavelzuur uit dit zuur en het beschikbare ijzer een ijzersulfaat en denklijk wel in eerste instantie ferrosulfaat. Zoolang de bodem nu nog rijk is aan koolzure kalk (CaCO_3), wordt het gevormde ferrosulfaat in onschadelijk gips en ferrocarbonaat omgezet, terwijl dit laatste direct tot het eveneens onschadelijke bruine ijzeroxyd oxydeert. Van het snelle verloop dezer omzetting

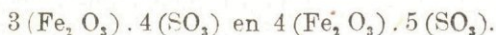


kan men zich overtuigen door een versch bereid droog mengsel van poedervormig, bijna wit gekleurd ferrosulfaat en koolzure kalk op een nat filtreerpapiertje dun uit te strooien en eenige malen heen en weer te zwaaien. De massa kleurt zich dan onmiddellijk bruin.

Het is deze omzetting, die zich in onze kweldergronden, die nog zeer rijk zijn aan koolzure kalk, afspeelt, zoo spoedig de door zwavelijzerverbindingen zwart gekleurde lagen met de zuurstof van de lucht in aanraking komen. Op deze wijze ontstaan de bruin gekleurde strepen en kanalen in de kweldergronden. Trouwens de geheele grondmassa neemt langzamerhand een iets bruin gekleurde tint aan; ze verliest haar oorspronkelijke grijze

kleur, die het kenmerk van hare jeugd is en de eerste schrede op het pad der slibverweering is hiermede gezet.

Zoolang de bodem rijk aan koolzure kalk is, leveren de zwavelijzerverbindingen bij hunne oxydatie dus geen gevaar op. De koolzure kalk spoelt echter op den duur uit den bodem uit en de aanwezigheid van groote hoeveelheden plantaardige overblijfselen bevordert ongetwijfeld — door de voortbrenging van veel koolzuur bij hunne ontbindingen — de oplossing van de koolzure kalk. Wanneer er geen koolzure kalk in den bodem aanwezig is, kan het ferrosulfaat zich niet op de boven aangegeven wijze tot gips en ijzeroxyd omzetten, maar oxydeert al spoedig tot ferrisulfaat, waarbij het zich met een gedeelte van het Fe_2O_3 tot een basisch ferrisulfaat verbindt. Men kan deze vorming van basisch ferrisulfaat waarnemen, door de groote lichtgroene monokliene prisma's van FeSO_4 aan de lucht te laten verweeren. Zij bedekken zich daarbij met een bruin laagje van basisch ferrisulfaat. In tal van zure gronden constateerde VAN BEMMELEN de aanwezigheid van een geel uitslag, dat bij onderzoek (blz. 62) een basisch ferrisulfaat bleek te zijn, waarvan de samenstelling in ligt tusschen de formules:



De juiste samenstelling komt er niet op aan. Hoofdzaak is te weten, hoeveel zwavelzuur in dezen vorm aanwezig is.

Dit basisch ferrisulfaat is in water nagenoeg onoplosbaar en deze geringe oplosbaarheid is mede oorzaak van de ophooping van dit schadelijke bestanddeel in den bodem. Het is toch vooral dit bestanddeel, waarvan de aanwezigheid in den bodem zoo nadeelig is. In een grond, die rijk aan basisch ferrisulfaat is en waarin de koolzure kalk niet of nagenoeg niet voorkomt, treedt als het ware een stilstand van het organische leven in. Geen enkele levende plantenwortel, zegt VAN BEMMELEN, komt in dergelijke gronden voor; ook de gewone gistingen en rottingen, zooals de humificatie, staan stil. De vele stengels en andere plantenoverblijfselen veranderen niet in zwarten vruchtbaren humus, maar blijven schijnbaar onveranderd. De rietvezels verteren niet (blz. 54 en 99).

Misschien wekt het eenige verwondering, dat een in water onoplosbare stof, als het basisch ferrisulfaat, zulk een schadelijken invloed kan uitoefenen. Men dient echter te bedenken, dat deze stof in water en vooral in koolzuurhoudend water toch steeds kleine hoeveelheden ijzersulfaat en ook zwavelzuur afsplitst. En nu moge dit zwavelzuur aanvankelijk nog door de basen uit het verweeringscomplex in den bodem geneutraliseerd worden, ten slotte zal dit bodemcomplex niet meer over voldoende basen beschikken om de schadelijke werking van het zwavelzuur op te heffen. Dergelijke sterk zure gronden zijn alleen door zeer hooge kalkgiften te genezen. Hoe hoog deze wel moeten zijn, hangt af van het totale gehalte aan zwavelverbindingen. Welke bedragen

soms noodig zijn, moge uit het volgende voorbeeld blijken. Een uit de omstreken van het Schildmeer (Provincie Groningen, ten Zuiden van Appingedam) in 1916 onderzocht monster bevatte niet minder dan 6,7 pct. SO_3 , waarbij dus *alle* aanwezige zwavel op SO_3 berekend was. Koolzure kalk was nagenoeg niet aanwezig. Aangenomen, dat 1 H.A. land tot een diepte van 25 c.M. daar ter plaatse ongeveer 4 miljoen K.G. weegt, dan is per H.A. 270 000 K.G. zwavelzuur aanwezig. Om deze hoeveelheid te neutraliseeren is een gift van 187 000 K.G. kalk (CaO) per H.A. noodig. Trek ik hiervan de hoeveelheid kalk af, die nog als koolzure kalk en zeolietische kalk aanwezig was, dan is nog ongeveer 150 000 K.G. kalk per bundel noodig. Zonder twijfel is het uitblijven van de goede werking eener kalkbemesting op dergelijken, sterk zuren grond enkel toe te schrijven aan de omstandigheid, dat te weinig kalk gegeven werd.

Gelukkig komt het zwavelzuur niet in vrijen toestand voor, doch aan ijzer gebonden en deze verbindingen staan eerst langzamerhand het zwavelzuur aan den bodem af. Vooral is het van belang om na te gaan, of onder de aanwezige zwavelverbindingen de oplosbare ijzersulfaten en het basisch ferrisulfaat op den voorgrond treden, of wel dat de aanwezige zwavel meer in den vorm van in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen aanwezig is. In het laatste geval heeft de zwavelzuurvorming, zooals we zagen, geleidelijk plaats en kan de kalkbemesting dus ook geleidelijk gegeven worden.

§ 5. *De methoden van onderzoek.*

Bij het onderzoek op het laboratorium zijn nagenoeg alle cijfers in duplo bepaald. Bij niet voldoende overeenstemming werden meerdere bepalingen verricht. Vooral bij de bepaling van het volumege wicht bleek dit noodig te zijn.

De monsters werden ontvangen, verpakt in flesschen of zakken. Het oorspronkelijke monster werd onmiddellijk na aankomst onderzocht op droge stof en volumege wicht.

1. *Droge stof.* Een afgewogen hoeveelheid van het oorspronkelijke monster werd op een waterbad bij ongeveer 60 à 80° Celsius tot droog toe ingedampt; de droge massa werd vervolgens eenige dagen aan de vochtigheid van de lucht blootgesteld, daarna als luchtdroog gewogen, fijngemaakt en in flesschen als luchtdroog monster bewaard. Bij venige monsters geschiedde het fijnmaken in een molen; bij de monsters, die daarvoor geschikt waren, in een mortier. Van dit luchtdroge monster werd daarna het vochtgehalte bepaald door drogen bij 105°C. tot constant gewicht. Het gehalte van het oorspronkelijke monster aan droge stof kan dan worden berekend.

2. *Volumege wicht.* Zinken kubusvormige bakjes van bekenden inhoud (ongeveer 120 c.M³.) voorzien van een verdikten rand,

werden met het oorspronkelijke monster geheel gevuld en met een matglazen plaat gesloten. Bij de baggermonsters was het vullen van de bakjes al zeer eenvoudig. Van de grondmonsters werden uit de oorspronkelijke massa passende stukjes, in hun natuurlijke toestand dus, gesneden en in de bakjes gebracht. Het is hier noodig het gemiddelde van meer dan twee bepalingen te nemen. Op deze wijze wordt het gewicht van 100 d.M³. oorspronkelijke stof in K.G. bekend.

Uit dit cijfer kan met behulp van het sub 1 gevonden gehalte aan droge stof het eigenlijke volume-gewicht berekend worden, dat is het gewicht van 1 d.M³. van de oorspronkelijke stof aan droge stof in K.G.

Het verdere onderzoek heeft plaats gehad op de luchtdroge stof. De cijfers zijn echter op droge stof omgerekend.

3. *Gloeiverlies*. De luchtdroge stof werd tot constant gewicht gegloeid. Hierbij ontwijkt naast de organische stof ook het door de kleisubstantie vastgebonden water. Dit laatste is niet afzonderlijk bepaald. Zonder groote fouten te maken is bij de Vechtmunsters voor het gehalte aan organische stoffen het gloeiverlies te nemen (zie blz. 30).

Van eenige gronden uit de Koekoek bij Kampen, die als vergelijkingsmateriaal onderzocht werden en die rijk aan koolzure kalk bleken te zijn, werd het gehalte aan koolzuur gewichtsanalytisch bepaald en van het gloeiverlies afgetrokken ³¹⁾.

4. *Stikstof*. De stikstof werd bepaald volgens KJELDAHL (totaalstikstof).

5. *Phosphorzuur en kalk* (resp. *magnesia* en *kali*). 10 gram bij de grondmonsters en 20 of 30 gram bij de venige monsters van de luchtdroge stof werden zacht gegloeid en de asch gedurende weee uur flink gekookt met 200 cc 12 pct. HCl. In het filtraat werd het kiezelzuur op de bekende wijze afgescheiden. Waar noodig werd de nog resteerende organische stof vooraf met salpeterzuur geoxydeerd. Het filtraat van de kiezelzuurbepaling werd tot 250 cc aangevuld.

Phosphorzuur. De phosphorzuurbepaling vond plaats in 100 cc van het filtraat van de Si O₂-bepaling en wel volgens de methode VON LORENZ. In een achttal monsters werd bovendien P₂O₅ bepaald volgens de molybdeen-methode en volgens WOY en PEMBERTON-HISSINK. Steeds werden goed overeenstemmende cijfers verkregen.

Kalk (*magnesia*). In eene andere hoeveelheid van het filtraat van de kiezelzuurbepaling werd de kalk, na verwijdering van ijzer, aluminium en phosphorzuur volgens de acetaat-methode, als calciumoxalaat neergeslagen en als Ca O gewogen. Waar mag-

nesia bepaald is, vond dit plaats in het filtraat van de kalkbepaling.

Kali. In de monsters uit Spengen en Kockengen (zie § 9) is het kaligehalte in het filtraat van het kiezelzuur op de gebruikelijke wijze bepaald.

6. *Mechanische analyse.* Al naar gelang van het gehalte aan minerale bestanddeelen werden 10, 20 of bij venige gronden 30 gram droge stof zeer zwak gegloeid en daarna met 0,2 normaal zoutzuur geroteerd ³²). Het afhevelen van de verschillende fractie's geschiedde in slibcilinders volgens ATTERBERG en wel eerst met water ter verwijdering van het zoutzuur en vervolgens met verdunde ammoniak. Na het afslibben van fractie I (deeltjes kleiner dan 0,002 m.M.) werden fractie II (deeltjes van 0,002—0,02 m.M.) en fractie III (0,02—0,2 m.M.) met water afgeheveld. Voor het afhevelen van fractie III en desnoods ook wel van fractie II kan leidingwater gebruikt worden. In de cilinders blijft dan over fractie IV (deeltjes grooter dan 0,2 m.M.). De fractie's II, III en IV werden verzameld en gedroogd. Zij bleken meestal nog eenige organische stof te bevatten, zoodat tot constant gewicht gegloeid werd. Het gehalte aan fractie I werd uit het verschil bepaald. Het volgende voorbeeld moge ter toelichting dienen. In Vecht-monster n°. 1 werd gevonden: 12,76 pct. vocht in de luchtdroge stof en verder: 5,59 pct. fractie II, 20,54 pct. fractie III en 20,11 pct. fractie IV, alles op luchtdroge stof. Omgerekend op droge stof is dus aanwezig van fractie II, III en IV resp. 6,41 pct., 23,54 pct. en 23,05 pct., totaal 53,0 pct., zoodat voor organische stof en fractie I samen 47,0 pct. overbleef. Het gloeiverlies bedraagt 37,95 pct.; het gehalte aan fractie I bedraagt dus 9,05 pct.

7. *Methode ter bepaling van de zwavelverbindingen in den bodem.* Zooals in § 4 over de schadelijke zwavelverbindingen in den bodem uiteengezet is, kunnen deze verbindingen voorkomen in de volgende vormen: elementaire zwavel (S), zwavelwaterstof (H_2S) en zwavelzuur (H_2SO_4), ferri- en ferrosulfaat ($Fe_2(SO_4)_3$ en $FeSO_4$), basisch ferrisulfaat ($aFe_2(SO_4)_3 + bFe_2O_3$), zwavelijzer (FeS) en in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen, terwijl ook gips ($CaSO_4$) aanwezig kan zijn ³³). Het aanwezige gips is waarschijnlijk niet meer hetzelfde gips, dat in het zee-water voorkomt, maar secundair door de inwerking van het zwavelzuur op de kalkverbindingen in den bodem ontstaan.

Had ik kunnen volstaan met de bepaling van de totale hoeveelheid zwavel, dan zou dit het onderzoek wel bekort hebben. Dit ware evenwel niet afdoende geweest. Zooals reeds in § 4 uiteengezet is, is ook de vorm, waarin de zwavel voorkomt, van belang. In elk geval dient het gehalte aan het onschadelijke gips afzonderlijk bepaald te worden. Doch ook de resterende zwavelverbindingen kunnen niet te samen bepaald worden. De

in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen zijn immers, zoo als we zagen, minder schadelijk dan de oplosbare ijzersulfaten en het moeilijk oplosbare basisch ferrisulfaat, omdat het zwavelzuur uit de eerste geleidelijk beschikbaar komt. Zelfs is mij bij het onderzoek van de Vechtgronden gebleken, dat de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen bij koken met koningswater zeer moeilijk geoxydeerd worden. Deze gronden, die een hoog gehalte aan organische stof bezitten, moesten herhaaldelijk met koningswater drooggedampt worden, vóór de zwavelijzerverbindingen en dan nog slechts voor een deel, in oplossing gingen ³⁴).

In de eerste plaats werden nu alle gronden op de volgende wijze kwalitatief onderzocht.

A. 5 gram van den luchtdrogen grond werden gedurende een etmaal met ongeveer 100 cc uitgekookt koolzuurvrij water geschud. Hierbij gaan ferrosulfaat, ferrisulfaat en gips en verder — zoo ze in vrijen toestand aanwezig zijn — ook H_2S en H_2SO_4 in oplossing ³⁵). Het filtraat werd onderzocht op:

1. reactie ten opzichte van methylo ranje;
2. zwavelwaterstof;
3. ferro en ferri;
4. CaO en SO_3 .

Viel één van deze reactie's positief uit, dan werd de massa op het filter goed met water uitgewasschen en eerst daarna voor het onderzoek sub B gebruikt. In het tegenovergestelde geval kon voor B de luchtdroge stof direct gebruikt worden.

B. Ongeveer 2 gram van de uitgewasschen massa sub A of van den luchtdrogen grond werden geschud met koud verdund azijnzuur. Hierbij wordt het FeS aangetast. Zelfs bij aanwezigheid van slechts 0,1 pct. FeS werd een met loodacetaat gedrenkt papiertje binnen één minuut flink zwart gekleurd, terwijl het filtraat sterk op ferro reageerde. Bovendien worden ook andere ferro-verbindingen bij koken met azijnzuur in oplossing gebracht. Deze wijze van onderzoek op de aanwezigheid van ferro-verbindingen (koken met azijnzuur) verdient verre de voorkeur boven het koken met verdund zoutzuur, omdat in het laatste geval ferri-verbindingen door de reduceerende werking van de gewoonlijk steeds aanwezige organische stof in ferro overgevoerd kunnen worden. Het filtraat kan dus na het koken met HCl op ferro reageeren, terwijl bij behandeling van den grond met azijnzuur geen ferro aanwezig blijkt te zijn.

C. De na uitwasschen van de azijnzure oplossing overblijvende stof of, als B negatief uitvalt, een deel van het residu van A of, als A negatief is uitgevallen, van de luchtdroge stof zelf, wordt even met half verdund sterk zoutzuur opgekookt. VAN BEMMELEN geeft aan (blz. 65), dat op deze wijze al het basisch ferrisulfaat

in oplossing gaat, terwijl pyriet en zwavel niet worden aangest. Zwavelzuur in het filtraat van *C* wijst dus op de aanwezigheid van basisch ferrisulfaat.

Volgens de op blz. 34—36 gegeven uiteenzetting blijven in de met zoutzuur uitgekookte en goed uitgewassen massa thans nog slechts de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen achter. Het onderzoek hierop vond nu verder als volgt plaats.

D. Het residu van *A*, *B* of *C* of de oorspronkelijke stof werd met koningswater herhaaldelijk tot droog toe ingedampt, het HNO_3 door droogdampen met HCl verwijderd, het SiO_2 afgescheiden en in het filtraat op SO_4 gereageerd. Dit SO_4 is dus afkomstig van de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen.

Volgens KÖNIG (zie noot 28, KÖNIG, blz. 127) kan men ook vrij scherp op de aanwezigheid van zwavelijzerverbindingen reageren door de reuk bij verhitting waar te nemen.

Bij het bovenbeschreven kwalitatief onderzoek bleken nageenog alle monsters in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen te bevatten; in enkele monsters kwamen verder gips en basisch ferrisulfaat voor. Andere zwavelverbindingen konden niet worden aangetoond. Wel gaven enkele baggermonsters met koud azijnzuur eene duidelijke ferro-reactie, doch de H_2S -reactie viel daarbij negatief uit. Het kwantitatief onderzoek vond daarna als volgt plaats.

I. Gips. Van de gronden, die gips bevatten, werden 10 gram van den luchtdrogen grond gedurende één etmaal met 200 cc uitgekookt water geschud. In het filtraat werd zwavelzuur bepaald. In enkele extracten werd bovendien de kalk bepaald, waarbij slechts enkele honderdste procenten CaO meer gevonden werden dan met het gevonden SO_3 -gehalte overeenstemde.

II. Basisch ferrisulfaat. In een afgewogen erlenmeijer werden 10 gram van den luchtdrogen grond gebracht met 200 cc HCl van 25 pct., waarna opnieuw gewogen werd (totaal gewicht = *A* gram). De massa werd even opgekookt en na afkoelen met 25 pct. HCl weer op *A* gram gebracht en gefiltreerd, 150 cc van het filtraat werden in een porceleinen schaal ingedampt onder toevoeging van iets salpeterzuur ter oxydatie van de organische stof en van ferro-verbindingen. Daarna werd het salpeterzuur verwijderd, kiezelzuur afgescheiden, gefiltreerd en in het filtraat SO_3 (als BaSO_4) bepaald. Bij gronden, die behalve basisch ferrisulfaat ook nog CaSO_4 bevatten, moet het gevonden gewicht aan BaSO_4 met het BaSO_4 , dat van het gips afkomstig is, verminderd worden.

De berekening van het gehalte aan basisch ferrisulfaat uit het gevonden BaSO_4 -gehalte is eenigszins willekeurig, omdat de samenstelling van het basisch ferrisulfaat tusschen, zij het dan ook niet al te ver uiteenlopende grenzen inligt (zie VAN BEMMELN,

blz. 62). Aangezien evenwel alleen het SO_3 -gehalte van belang is, behoeft geen omrekening op basisch ferrisulfaat plaats te vinden; in de tabel is daarom opgenomen „zwavelzuur van basisch ferrisulfaat afkomstig, oplosbaar in warm, half verdund, sterk zoutzuur.”

III. *De bepaling van de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzer-verbindingen.* De methode FLEISCHER (zie noot 28, KÖNIG, blz. 51—52) bood bij toepassing nog al bezwaren. Daarom werden de volgende methoden bij eenige monsters met elkander vergeleken.

1. 10 gram van den luchtdrogen grond werden in een grooten porceleinen kroes, zooals bij de bepaling van de celstof in voedermiddelen gebruikt wordt, zeer voorzichtig bij zoo laag mogelijke temperatuur verascht. Men bereikt dit door den kroes nagenoeg geheel met het deksel af te sluiten, zoodat de lucht slechts langzaam binnendringt en daarbij met kleine vlam te verwarmen. Bij de meeste monsters ging de massa dan al spoedig gloeien, waarna de vlam werd uitgedraaid en de massa aan zichzelf werd overgelaten. Af en toe werd met een platina-spatel omgeroerd. Na verwijdering van de organische stof werd 25 cc verzadigde soda-oplossing en 25 cc verzadigde kaliumnitraat-oplossing toegevoegd, de massa daarna ingedampt, in een droogstoof bij 120° Celsius scherp gedroogd en ten slotte boven de blaasvlam gesmolten. De kroes werd daarbij met een nikkelen deksel bedekt. Na afkoeling werd de massa met water losgemaakt, in een porceleinen schaal gebracht, waarna het zwavelzuur na SiO_2 -afscheiding als BaSO_4 bepaald werd.

2. 10 gram van den luchtdrogen grond werden direct met 25 cc soda en 25 cc salpeter ingedampt en gesmolten; verder als sub 1.

3. 10 gram van den luchtdrogen grond werden eerst met koningswater op het waterbad gededuceerd en daarna met soda en salpeter als boven gesmolten; verder als sub 1.

Bij dit vergelijkend onderzoek gaf de methode 3 iets hogere resultaten dan 1 en 2 (enkele honderdste procenten SO_3). Met het oog op het vele werk is methode 1 gekozen. Alleen de gronden, die weinig organische stof bevatten, zijn direct, zonder voorafgaande verasching, met soda en salpeter behandeld (methode 2)³⁶.

Het blijft natuurlijk altijd de vraag, of bij het veraschen van de veengronden niet een weinig zwavel vervluchtigt. Doet men dit echter voorzichtig bij zoo laag mogelijke temperatuur en zijn er verder basische stoffen (kalk) in voldoende mate aanwezig — wat bij laagveengronden het geval is — dan schijnt de kans om fouten te maken niet groot te zijn³⁷.

§ 6. *De resultaten van het onderzoek.*

In de tabellen 2, 3 en 4 zijn de resultaten van het onderzoek opgenomen. Ten einde een overzicht over het uitgebreide cijfer-

materiaal te verkrijgen, zijn de grond- en baggermonsters in vier hoofdgroepen ingedeeld, te weten:

A. grondmonsters uit den Bethunepolder en den Horstermeerpolder;

B. grondmonsters van legakkers;

C. baggers bij legakkers;

D. baggers uit plassen.

De groep A is weer in vier groepen onderverdeeld, te weten:

A. 1. zandgronden met slechts enkele procenten organische stof;

A. 2. humushoudende zandgronden met van 10 tot 30 pct. organische stof;

A. 3. venige gronden met gemiddeld ongeveer 50 pct. organische stof (van 38 tot 55 pct.);

A. 4. veengronden met gemiddeld 77,5 pct. organische stof (van ongeveer 63 tot 93 pct.).

Uit den aard der zaak blijft deze indeeling altijd eenigszins willekeurig.

TABEL 2.

Samenstelling van de Vechtmonsters.

Vecht No.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Vecht No.
	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof wegen in K.G.	100 K.G. van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. drogestof.	De droge stof bevat in procenten.								
			organische stof (gloeiverlies).	stikstof (N).	phosphorzuur (P ₂ O ₅).	kalk (Ca O).	Deeltjes (afmetingen in duizendste millimeters).				
							van 2000—200 Fractie IV.	van 200—20 Fractie III.	van 20—2 Fractie II.	kleiner dan 2 Fractie I.	

A. Gronden uit den Bethunepolder en den Horstermeerpolder.

A. 1. Zandgronden.

21	153,4	88,7	1,85	0,13	0,04	0,17	24,85	71,15	0,51	1,64	21
20	172,1	83,6	2,80	0,11	0,03	1,93	35,99	50,20	5,44	5,57	20
25	160,3	84,3	2,85	0,13	0,01	0,38	26,89	69,18	1,08	0,00	25
10	188,0	79,5	3,15	0,17	0,07	0,32	24,35	68,46	1,74	2,30	10
gem.	168,4	84,0	2,66	0,13	0,04	0,70	28,02	64,75	2,19	2,38	gem.

Vecht	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Vecht
No	Volume- gewicht.	Droge stof.	Organische stof.	N.	P ₂ O ₅ .	Ca O.	Fractie IV.	Fractie III.	Fractie II.	Fractie I.	No.

A. 2. Humushoudende zandgronden.

18	131,9	70,9	11,55	0,43	0,16	2,02	23,93	49,21	8,21	7,10	18
24	117,6	70,8	13,10	0,28	0,03	0,42	27,43	57,72	1,39	0,36	24
3	124,0	66,0	16,05	0,58	0,07	0,94	21,82	57,76	2,06	2,31	3
8	126,9	52,8	20,55	0,87	0,10	1,32	30,46	38,21	4,18	6,60	8
19	121,3	43,0	20,70	0,69	0,11	2,48	14,81	37,08	16,01	11,40	19
16	76,0	61,5	29,45	1,12	0,15	0,82	4,14	25,35	29,66	11,40	16
17	109,7	32,6	30,15	0,96	0,10	1,28	4,51	22,99	31,01	11,34	17
gem.	115,3	56,8	20,22	0,70	0,10	1,33	18,16	41,18	13,22	7,22	gem.

A. 3. Venige gronden (zandige derrie).

1	112,3	41,9	37,95	1,22	0,16	1,86	23,55	23,57	6,13	8,80	1
9	114,2	29,2	41,85	1,46	0,17	2,03	15,81	26,85	6,93	8,56	9
12	112,6	28,5	47,45	1,75	0,18	2,48	9,62	28,27	8,45	6,21	12
11	111,3	33,8	48,55	1,85	0,25	2,63	9,46	21,73	10,61	9,65	11
15	106,3	29,3	48,60	1,84	0,18	0,59	3,22	29,30	14,37	4,51	15
2	116,4	18,8	50,20	1,62	0,16	2,87	19,82	16,51	5,64	7,83	2
13	66,5	64,2	51,35	2,26	0,30	4,29	7,30	22,50	10,48	8,87	13
22	87,7	34,4	51,95	1,29	0,17	2,13	7,55	19,03	16,48	4,99	22
6	108,2	31,2	54,90	1,98	0,24	2,68	4,50	19,18	11,18	10,24	6
gem.	103,9	34,6	48,09	1,70	0,20	2,40	11,20	23,00	10,03	7,68	gem.

A. 4. Veengronden.

4	103,1	25,8	63,10	2,10	0,19	3,28	3,56	14,96	8,60	9,78	4
7	105,0	15,6	64,35	2,11	0,16	2,78	3,04	11,50	9,93	11,18	7
5	99,2	13,0	81,85	2,36	0,10	3,88	3,74	6,45	1,73	6,23	5
14	55,3	33,6	85,15	2,92	0,25	1,79	0,47	5,99	4,16	4,23	14
23	80,3	13,5	93,10	1,38	0,05	3,04	0,13	6,13	0,27	0,37	23
gem.	88,6	20,3	77,51	2,17	0,15	2,95	2,19	9,01	4,94	6,35	gem.

B. Gronden van legakkers uit de verschillende plassen.
(over het algemeen venige gronden).

30	109,0	38,0	48,55	1,47	0,19	2,47	11,31	23,13	6,93	10,08	30
32	116,8	40,2	30,95	1,08	0,15	1,31	17,91	35,04	9,16	6,94	32
34	105,5	27,0	56,10	1,90	0,18	2,39	19,15	14,48	5,36	4,91	34
35	101,3	17,0	72,35	2,04	0,13	2,14	7,57	6,84	4,42	8,82	35
39	111,8	34,2	45,70	1,50	0,18	1,75	20,51	20,72	6,55	6,52	39
41	102,5	29,6	49,85	1,67	0,21	2,25	19,67	15,11	6,49	8,88	41
52	100,8	41,7	31,00	1,03	0,29	2,04	23,43	31,48	6,37	7,72	52
54	128,4	45,9	25,65	0,97	0,20	1,52	27,93	32,90	6,88	6,64	54
56	113,4	37,0	49,05	1,70	0,20	2,21	18,12	21,65	5,72	5,46	56

Vecht	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Vecht
No.	Volume- gewicht.	Droge stof.	Organische stof.	N.	P ₂ O ₅ .	Ca O.	Fractie IV	Fractie III.	Fractie II.	Fractie I.	No.
79	112,8	29,3	51,55	2,00	0,20	2,56	16,84	16,45	6,13	9,03	79
81	120,0	36,5	39,00	1,41	0,19	2,03	22,90	23,50	6,01	8,59	81
58	120,8	33,4	43,85	1,58	0,21	1,80	16,41	18,78	10,15	10,81	58
66	116,0	29,1	44,45	1,45	0,20	2,16	16,11	23,78	6,22	9,44	66
62	137,3	48,4	24,40	0,84	0,17	1,27	25,10	31,62	11,04	7,84	62
64	123,2	36,2	32,80	1,04	0,14	1,68	26,82	18,91	10,58	10,89	64
68	121,2	33,9	36,05	1,35	0,16	1,92	29,54	21,43	4,48	8,50	68
70	125,4	32,9	33,05	1,17	0,11	1,62	28,62	25,83	5,00	7,50	70
72	123,3	33,6	34,20	1,38	0,19	1,93	25,28	23,91	5,49	11,12	72
74	117,5	28,4	41,15	1,51	0,14	1,82	24,70	19,00	5,67	9,48	74
gem.	116,2	34,3	41,56	1,43	0,18	1,94	20,94	22,35	6,77	8,38	gem.

C. Baggermonsters bij de legakkers genomen (veengrond).

33	102,2	7,1	71,75	2,11	0,17	3,36	1,65	6,96	7,13	12,51	33
36	100,8	6,2	78,10	2,87	0,20	2,44	geen stof meer				36
40	101,9	5,7	69,20	2,55	0,21	4,04	1,14	6,60	8,25	14,81	40
42	101,9	5,3	77,30	2,84	0,19	3,69	2,03	8,12	3,71	8,84	42
51	103,5	11,4	75,10	1,91	0,07	3,15	5,07	10,00	2,46	7,37	51
53	103,2	10,6	81,30	2,17	0,08	3,20	2,56	5,21	3,40	7,53	53
78	103,0	11,1	64,80	2,28	0,12	4,12	5,50	14,66	4,45	10,59	78
80	110,8	24,1	47,00	1,76	0,18	2,53	16,91	20,89	5,99	9,21	80
57	108,0	17,1	48,00	1,55	0,13	2,86	13,51	17,15	10,89	10,45	57
65	105,7	14,7	55,45	1,11	0,12	2,80	16,65	14,85	3,08	9,97	65
61	102,2	9,8	63,00	1,31	0,07	3,20	6,21	16,71	4,66	9,42	61
63	106,2	14,0	39,40	1,43	0,15	2,41	14,81	32,97	11,50	1,32	63
67	104,8	12,5	48,35	1,42	0,23	6,59	10,20	21,94	5,97	13,54	67
69	103,3	10,7	59,60	2,02	0,13	4,43	10,08	16,71	3,60	10,06	69
71	103,0	8,7	61,80	2,15	0,14	3,59	8,29	15,70	3,33	10,88	71
73	101,4	6,8	82,50	1,31	0,05	3,53	1,70	5,42	1,70	8,68	73
gem.	103,9	11,0	63,92	1,92	0,14	3,50	7,55	13,90	5,20	9,43	gem.

D. Baggermonsters uit de plassen (veengrond).

26	103,0	9,3	71,50	2,20	0,14	3,33	3,36	8,04	6,65	10,45	26
27	101,8	10,9	87,60	2,38	0,07	3,28	1,34	3,20	3,26	4,60	27
28	101,9	9,7	90,00	2,01	0,07	3,30	0,54	1,98	1,35	6,13	28
29	102,5	8,9	78,85	2,50	0,11	2,98	0,53	7,22	7,60	5,80	29
37	102,1	4,7	67,25	2,99	0,32	3,55	1,91	9,32	8,67	12,85	37
38	102,4	9,1	75,65	1,77	0,17	3,02	2,80	6,66	5,50	9,39	38
43	103,1	10,4	71,05	1,59	0,09	3,52	4,30	11,32	2,88	10,45	43
44	102,4	9,3	73,90	1,96	0,12	3,42	0,51	7,01	6,92	11,66	44
45	102,4	7,1	74,30	2,18	0,14	3,62	0,51	7,01	6,92	11,26	45
46	102,0	7,0	78,05	2,69	0,13	3,73	0,92	6,37	5,81	8,85	46
47	102,1	8,5	83,60	2,70	0,10	4,47	1,39	5,30	1,82	7,89	47
49	104,5	10,2	67,50	2,10	0,14	3,19	6,45	8,95	5,05	12,05	49

Vecht No.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Vecht No.
	Volume- gewicht.	Droge stof.	Organische stof.	N.	P ₂ O ₅ .	Ca O.	Fractie IV.	Fractie III.	Fractie II.	Fractie I.	
50	103,3	10,0	74,30	2,07	0,13	4,09	7,39	4,96	1,74	11,61	50
76	102,2	9,6	76,45	2,16	0,13	4,53	0,24	8,09	5,63	9,59	76
77	101,1	13,0	74,25	1,71	0,06	3,38	5,38	12,56	0,38	7,43	77
82	101,5	9,1	66,75	2,26	0,14	3,18	2,11	14,50	8,06	8,58	82
59	103,3	10,4	60,75	1,72	0,11	3,42	4,63	16,35	7,37	10,90	59
60	103,2	9,8	66,75	1,59	0,08	2,86	3,22	12,10	7,08	10,85	60
gem.	102,5	9,3	74,36	2,14	0,12	3,49	2,64	8,39	5,15	9,46	gem.

TABEL 3.

Samenstelling van de Vechtmonsters.

		XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.		
Vecht No.		De droge stof bevat:						Verschil equivalenten kalk (XVI) en zwavelzuur (XV).	De organische stof bevat stikstof (N, in procenten.	Vecht No.	
		Zwavelzuur (SO ₃) in procenten.				milligram equivalenten op 100 gram					
		in water oplos- baar (gips).	in warm zoutzuur oplosbaar (basisch ferrisulfaat),	in zoutzuur onop- losbare zwavel- verbindingen.	Totaal. (Som van XI, XII en XIII).	totaal zwavel- zuur (SO ₃).	kalk (Ca O). (zie tabel 2).				

A. Gronden uit den Bethunepolder en den Horstermeerpolder.

A. 1. Zandgronden.

21	—	—	—	—	—	6,1	6,1	7,03	21
20	—	—	—	—	—	68,9	68,9	3,93	20
25	—	—	—	—	—	13,6	13,6	4,56	25
10	—	—	—	—	—	11,4	11,4	5,40	10
gem.	—	—	—	—	—	25,0	25,0	5,23	gem.

Vecht No	XI. gips.	XII. basisch- ferriulfaat.	XIII. in zoutzuur onoplosbaar.	XIV. totaal zwavelzuur.	XV. zwavelzuur in equiva- lenten.	XVI. kalk in equi- valenten.	XVII. verschil.	XVIII. N in org. stof.	Vecht No.
-------------	--------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	--	------------------------------------	--------------------	------------------------------	--------------

A. 2. Humushoudende zandgronden.

18	—	—	0,265	0,265	6,62	72,1	65,48	3,72	18
24	—	—	—	—	—	15,0	15,00	2,14	24
3	—	—	0,249	0,249	6,22	33,6	27,38	3,61	3
8	—	—	0,376	0,376	9,40	47,1	37,70	4,23	8
19	—	—	0,414	0,414	10,35	88,6	78,25	3,33	19
16	—	—	0,516	0,516	12,90	29,3	16,40	3,80	16
17	—	0,255	0,461	0,716	17,90	45,7	27,80	3,18	17
gem.	—	—	—	0,362	9,1	47,3	38,20	3,43	gem.

A. 3 Venige gronden.

1	—	—	0,798	0,798	19,95	66,4	46,45	3,21	1
9	0,140	—	0,987	1,127	28,17	72,5	44,33	3,49	9
12	—	—	1,198	1,198	29,95	88,6	58,65	3,69	12
11	0,072	—	1,105	1,177	29,42	93,9	64,48	3,81	11
15	0,557	—	1,234	1,791	44,77	21,1	—23,67	3,79	15
2	0,218	—	1,366	1,584	39,60	102,5	62,90	3,23	2
13	—	—	0,950	0,950	23,75	153,2	129,45	4,40	13
22	—	—	1,189	1,189	29,72	76,1	46,38	2,48	22
6	—	—	1,071	1,071	26,77	95,7	68,93	3,61	6
gem.	—	—	—	1,209	30,20	85,6	55,40	3,52	gem.

A. 4. Veengronden.

4	—	—	1,279	1,279	31,97	117,1	85,13	3,33	4
7	0,179	—	1,595	1,774	44,35	99,3	54,95	3,28	7
5	—	—	1,308	1,308	32,70	138,6	105,90	2,88	5
14	—	—	1,793	1,793	44,82	63,9	19,08	3,43	14
23	—	—	—	—	—	108,6	108,60	1,48	23
gem.	—	—	—	1,231	30,80	105,5	74,7	2,88	gem.

B. Gronden van legakkers uit de verschillende plassen.

(over het algemeen venige gronden).

30	0,021	—	0,951	0,972	24,30	88,2	63,90	3,03	30
32	—	0,177	0,613	0,790	19,75	46,8	27,05	3,49	32
34	—	—	0,864	0,864	21,60	85,4	63,80	3,39	34
35	—	0,248	1,178	1,426	35,65	76,4	40,75	2,82	35
39	—	—	1,098	1,098	27,45	62,5	35,05	3,28	39
41	—	—	0,996	0,996	24,90	80,4	55,50	3,35	41
52	—	—	0,682	0,682	17,05	72,8	55,75	3,32	52
54	—	—	0,618	0,618	15,45	54,3	38,85	3,78	54
56	0,128	—	1,098	1,226	30,65	78,9	48,25	3,47	56
79	0,219	—	2,708	2,927	73,17	91,4	18,23	3,88	79
81	—	—	1,434	1,434	35,85	72,5	36,65	3,62	81
58	—	0,210	0,843	1,053	26,32	64,3	37,98	3,60	58
66	0,185	—	1,121	1,306	32,65	77,1	44,45	3,26	66

Vecht No.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	Vecht No.
	gips.	basisch- ferrisulfaat.	in zoutzuur onoplosbaar.	totaal zwavelzuur.	zwavelzuur in equiva- lenten.	kalk in equi- valenten.	verschil.	N in org. stof.	
62	—	—	0,543	0,543	13,57	45,4	31,83	3,44	62
64	—	0,282	0,693	0,975	24,37	60,0	35,63	3,17	64
68	0,488	—	2,110	2,598	64,95	68,6	3,65	3,74	68
70	0,131	—	1,208	1,339	33,47	57,9	24,43	3,54	70
72	0,158	—	1,795	1,953	48,82	68,9	20,08	4,04	72
74	0,532	—	1,911	2,443	61,07	65,0	3,93	3,67	74
gem.	—	—	—	1,329	33,2	69,3	36,1	3,47	gem.

C. Baggermonsters bij de legakkers genomen (veengrond).

33	—	0,496	3,452	3,948	98,70	120,0	21,30	2,94	33
36	—	0,206	1,927	2,133	53,32	87,1	33,78	3,67	36
40	—	0,368	2,333	2,701	67,52	144,3	76,78	3,68	40
42	—	—	3,010	3,010	75,25	131,8	56,55	3,67	42
51	0,085	—	1,024	1,109	27,72	112,5	84,78	2,54	51
53	—	—	1,406	1,406	35,15	114,3	79,15	2,67	53
78	0,116	—	4,057	4,173	104,32	147,1	42,78	3,52	78
80	—	—	2,019	2,019	50,47	90,4	39,93	3,74	80
57	0,154	—	1,683	1,837	45,92	102,1	56,18	3,23	57
65	—	0,151	0,683	0,834	20,85	100,0	79,15	2,00	65
61	—	0,257	1,286	1,543	38,57	114,3	75,73	2,08	61
63	0,284	—	1,458	1,742	43,55	86,1	42,55	3,63	63
67	0,168	—	3,224	3,392	84,80	235,4	150,60	2,94	67
69	0,188	—	2,983	3,171	79,27	158,2	78,93	3,39	69
71	0,347	—	3,123	3,470	86,75	128,2	41,45	3,48	71
73	—	0,386	3,419	3,805	95,12	126,1	30,98	1,59	73
gem.	—	—	—	2,518	63,0	124,9	61,9	3,05	gem.

D. Baggermonsters uit de plassen (veengrond).

26	—	—	1,794	1,794	44,85	118,9	74,05	3,08	26
27	—	—	1,038	1,038	25,95	117,1	91,15	2,72	27
28	—	—	1,074	1,074	26,85	117,9	91,05	2,23	28
29	—	—	1,860	1,860	46,50	106,4	59,90	3,17	29
37	—	0,473	3,972	4,445	111,12	126,8	15,68	4,45	37
38	—	0,231	1,675	1,906	47,65	107,8	60,15	2,34	38
43	—	0,207	1,546	1,753	43,82	125,7	81,88	2,24	43
44	0,173	—	2,232	2,455	61,37	122,1	60,73	2,65	44
45	0,143	—	2,307	2,450	61,25	129,3	68,05	2,93	45
46	—	0,336	1,886	2,222	55,55	133,2	77,65	3,45	46
47	—	—	1,778	1,778	44,45	159,6	115,15	3,23	47
49	—	—	1,938	1,938	48,45	113,9	65,45	3,11	49
50	0,240	—	1,564	1,804	45,10	146,1	101,00	2,79	50
76	0,259	—	2,705	2,964	74,10	161,8	87,70	2,83	76
77	—	0,175	1,033	1,258	31,45	120,7	89,25	2,30	77
82	0,235	—	2,035	2,270	56,75	113,6	56,85	3,39	82
59	0,327	—	2,513	2,840	71,00	122,1	51,10	2,83	59
60	—	0,325	2,381	2,706	67,65	102,1	34,45	2,38	60
gem.	—	—	—	2,142	53,6	124,7	71,1	2,90	gem.

TABEL 4.

Gemiddelde samenstelling van de verschillende rubrieken
grond- en baggermonsters uit het gebied ten Oosten
van de Vecht.

	Benaming van de diverse groepen (zie tabel, blz. 45).	A. 1.	A. 2.	B.	A. 3.	C.	D.	A. 4.
	Korte omschrijving van de verschillende gronden.	Poldergrond. Zandgrond.	Poldergrond. Humushoudende zandgrond.	Grond legakkers. Venige grond.	Poldergrond. Venige grond.	Bagger bij leg- akkers. Veengrond.	Bagger uit de plassen. Veengrond.	Poldergrond. Veengrond.
1	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof wegen in K.G.	168,4	115,3	116,2	103,9	103,9	102,5	88,6
2	100 K.G. van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. droge stof	84,0	56,8	34,3	34,6	11,0	9,3	20,3
3	100 d.M ³ . v/d oorspronkelijke stof bevatten K.G. droge stof	141,5	65,5	39,9	36,0	11,4	9,5	18,0
4	De droge stof bevat in procenten: organische stof	2,7	20,2	41,6	48,1	63,9	74,4	77,5
5	fractie IV	28,0	18,2	20,9	11,2	7,6	2,6	2,2
6	fractie III	64,7	41,2	22,3	23,0	13,9	8,4	9,0
7	fractie II	2,2	13,2	6,8	10,0	5,2	5,1	4,9
8	fractie I	2,4	7,2	8,4	7,7	9,4	9,5	6,4
9	totaal stikstof (N)	0,13	0,70	1,43	1,70	1,92	2,14	2,17
10	phosphorzuur (P ₂ O ₅)	0,04	0,10	0,18	0,20	0,14	0,12	0,15
11	kalk (Ca O)	0,70	1,33	1,94	2,40	3,50	3,49	2,95
12	totaal zwavelzuur (SO ₃)	—	0,36	1,33	1,21	2,52	2,14	1,23

	Benaming van de gronden.	A. 1.	A. 2.	B.	A. 3.	C.	D.	A. 4.	
	Korte omschrijving van de gronden.	zandgrond.	humus-houdende zandgrond.	legakkergrond.	venige grond.	bagger bij legakkers.	bagger uit de plassen	veengrond.	
13	100 d.M ³ . van het oorspronkelijk monster bevatten K.G.	organische stof .	3,8	13,2	16,6	17,3	7,3	7,1	13,9
14		fractie IV . . .	39,6	11,9	8,3	4,0	0,9	0,2	0,4
15		fractie III . . .	91,6	27,1	8,9	8,3	1,6	0,8	1,6
16		fractie II. . . .	3,1	8,6	2,7	3,6	0,6	0,5	0,9
17		fractie I	3,4	4,7	3,4	2,8	1,0	0,9	1,2
18		totaal stikstof (N)	0,184	0,458	0,570	0,611	0,219	0,204	0,390
19		phosphorzuur (P ₂ O ₅)	0,057	0,065	0,072	0,072	0,016	0,011	0,027
20	kalk (Ca O)	0,990	0,871	0,773	0,863	0,400	0,333	0,531	
21	totaal zwavelzuur (SO ₃)	—	0,236	0,530	0,435	0,288	0,204	0,221	
22	100 gr. droge stof bevatten milligr. equivalenten.	kalk (Ca O) . .	25,0	47,3	69,3	85,6	124,9	124,7	105,5
23		totaal zwavelzuur (SO ₃) .	—	9,1	33,2	30,2	63,0	53,6	30,8
24		verschil Ca O—SO ₃	25,0	38,2	36,1	55,4	61,9	71,1	74,7
25	Gehalte van de organische stof aan totaal N in procenten (berekend uit de gemiddelde waarden sub 4 en 9)	5,1	3,5	3,4	3,5	3,0	2,9	2,8	
26	Volume gewicht. 1 d.M ³ . oorspronkelijke stof	weegt totaal in K.G.	1,684	1,153	1,162	1,039	1,039	1,025	0,886
27		bevat totaal droge stof in K.G.	1,415	0,655	0,399	0,360	0,114	0,095	0,180

In tabel 2 (blz. 45) zijn de volgende grootheden opgenomen:

- I. Het gewicht van 100 d.M³. van de oorspronkelijke stof in K.G.;
- II. Het gehalte van de oorspronkelijke stof aan droge stof;
Dan volgen de gehalten van de droge stof aan:
- III. Organische stof (gloeiverlies);
- IV. Stikstof (N);
- V. Phosphorzuur (P_2O_5);
- VI. Kalk (CaO);
- VII. Fractie IV (deeltjes tusschen 2—0,2 m.M. middellijn);
- VIII. Fractie III (idem 0,2—0,02 m.M.);
- IX. Fractie II (idem 0,02—0,002 m.M.);
- X. Fractie I (idem kleiner dan 0,002 m.M.).

Men kan de fractie's IV en III samenvatten onder den naam van *zand* en fractie II en I onder den naam van *klei*. Fractie I kan ook afzonderlijk „slib” of „fijn slib” genoemd worden.

In tabel 3 (blz. 48) zijn in de eerste plaats opgenomen de gehalten van de droge stof aan zwavel in verschillende vormen, telkens omgerekend op zwavelzuur (SO_3) en wel:

- XI. Oplosbaar in water (als gips);
- XII. Oplosbaar in warm, half verdund, sterk zoutzuur (basisch ferrisulfaat);
- XIII. In zoutzuur onoplosbaar;
- XIV. Totaal gehalte aan zwavelzuur (som van XI, XII en XIII).

Dit laatste cijfer sub XIV geeft dus aan, hoeveel gram zwavelzuur (SO_3) totaal in 100 gram droge stof aanwezig is, wanneer alle zwavelverbindingen uit het betreffende grondmonster in sulfaten worden omgezet. Hieruit is dan verder berekend, hoeveel milligram-equivalenten zwavelzuur (SO_3) in 100 gram droge stof voorkomen en wel op de volgende wijze. Vechtmonster N^o. 18 (zie tabel 3, sub A 2, blz. 49) bevat 0,265 pct. totaal SO_3 (sub XIV); dat is per 100 gram grond 265 milligram SO_3 . Eén milligram-equivalent SO_3 is 40 milligram, zoodat Vechtmonster N^o. 18 op 100 gram droge stof bevat $265 : 40 = 6,62$ milligram-equivalenten totaal-zwavelzuur. Dit cijfer is in tabel 3 sub XV opgenomen.

Op dezelfde wijze is uit het procentgehalte van de droge stof aan kalk (zie tabel 2, blz. 45, sub VI) het cijfer onder XVI van tabel 3 berekend. Vechtmonster N^o. 18 (zie tabel 2, onder A 2, blz. 46, sub VI) bevat op 100 gram droge stof 2,02 gr. = 2020 milligram CaO . Een milligram-equivalent CaO weegt 28 mgr., zoodat Vechtmonster N^o. 18 op 100 gram droge stof bevat $2020 : 28 = 72,1$ milligram-equivalent (mE) kalk. Dit cijfer is in tabel 3 sub XVI opgenomen.

XVII geeft het verschil van XVI en XV aan. Vechtmonster N°. 18 bevat 72,1 mE kalk en 6,62 mE zwavelzuur. Het verschil is 65,48, welk cijfer in tabel 3 sub XVII is opgenomen.

Ten slotte vermeldt tabel 3 sub XVIII nog het gehalte van de organische stof aan stikstof (N) in procenten. Dit cijfer wordt als volgt gevonden. Blijkens tabel 2 (blz. 45) bevat 100 gram droge stof van Vechtmonster N°. 18 (onder A 2) 11,55 gram organische stof (sub III) en 0,43 gram stikstof (sub IV). Op 11,55 gram organische stof komt dus 0,43 gram N voor; 100 gram organische stof van Vechtmonster N°. 18 bevatten dus $\frac{100}{11,55} \times 0,43 = 3,72$ gram stikstof. Dit cijfer is in tabel 3 sub XVIII opgenomen.

In de tabellen 2 en 3 zijn mede de gemiddelden van ieder van de 7 groepen (A 1, A 2, A 3, A 4, B, C en D) opgenomen. Deze gemiddelden zijn afzonderlijk in tabel 4 bijeen verzameld, terwijl in deze tabel bovendien de gemiddelde gehalten van elk der 7 groepen in volumepercenten zijn opgenomen.

Tabel 4 (blz. 51) vermeldt dus:

1. Het gewicht van 100 d.M³. van de oorspronkelijke stof in K.G. (zie tabel 2, sub I);

2. Het gehalte van de oorspronkelijke stof aan droge stof (zie tabel 2, sub II);

3. Uit de cijfers sub 1 en 2 is berekend, hoeveel K.G. droge stof in 100 d.M³. van de oorspronkelijke massa aanwezig zijn.

Daarna komen de gemiddelde gehalten van de droge stof in procenten aan organische stof en aan de verschillende fractie's (cijfers sub 4, 5, 6, 7 en 8, wier som telkens = 100 is); aan stikstof, phosphorzuur, kalk en totaal zwavelzuur (S O₃).

Wanneer bekend is, hoeveel K.G. droge stof in 100 d.M³. van het oorspronkelijke monster aanwezig zijn (zie tabel 4, sub 3), dan kan verder met behulp van de cijfers sub 4 tot en met 12 van tabel 4 berekend worden, hoeveel K.G. van de verschillende bestanddeelen per 100 d.M³. van het oorspronkelijk monster voorkomen (volumepercenten). Zoo bevat b.v. 100 d.M³. van de humushoudende zandgronden (A 2) gemiddeld 65,5 K.G. droge stof (zie tabel 4, sub 3); verder bevat deze droge stof 20,2 pct. organische stof (tabel 4, sub 4). Op 100 d.M³. van het oorspronkelijke monster zijn dus $65,5 \times \frac{20,2}{100} = 13,2$ K.G. organische stof aanwezig. Dit cijfer is in tabel 4 sub 13 (A 2) opgenomen. Op dezelfde wijze zijn de cijfers sub 13—21 berekend.

De cijfers sub 22, 23, 24 en 25 zijn eenvoudig uit tabel 3 overgenomen.

Sub 26 en 27 (tabel 4) zijn de volume gewichten opgenomen en wel sub 26 het gewicht van 1 d.M³. van het oorspronkelijke monster in K.G., terwijl het eigenlijke volume gewicht — d.i. het gewicht van de droge stof in K.G. per d.M³. — sub 27 vermeld is.

HOOFDSTUK II.

Samenstelling van andere humushoudende en venige gronden en van eenige baggers.

Met behulp van de gegevens uit Hoofdstuk I kunnen thans de beide vragen, die in den aanvang op bladzijde 16 gesteld zijn, beantwoord worden. Het komt mij echter wenschelijk voor, vooraf nog eenig materiaal, dat ik beschikbaar heb, ter vergelijking hier op te nemen. Dit materiaal heeft eenerzijds betrekking op humushoudende en venige gronden, die met de gronden van de rubrieken A 2, B en A 3 (zie tabel 4, blz. 51), anderzijds op veen- en baggermonsters, die met de Utrechtsche baggers (rubrieken C en D) vergeleken kunnen worden.

§ 7. *Vershil in samenstelling tusschen gronden ontstaan door vermenging met laagveen en met hoogveen.*

Het is duidelijk, dat voor deze vergelijking alleen kunnen dienen gronden, die uit een mengsel van laagveen met meer of minder minerale bestanddeelen (klei, zand) bestaan. Gronden als de bekende dalgronden ³⁸⁾, die door vermenging van hoogveen (de bonkaarde) met het onderliggende diluviale zand zijn ontstaan, mogen, zooals trouwens reeds uit het cijfermateriaal van blz. 51 volgt, niet in de vergelijking worden opgenomen. Het verschil tusschen deze beide typen van humushoudende gronden, resp. dus ontstaan door vermenging van zandgronden (met meer of minder kleibestanddeelen) met laagveen en met hoogveen, moge aan het volgende cijfermateriaal nog kort worden toegelicht.

TABEL 5.

Vershil in scheikundige samenstelling tusschen met laagveen en met hoogveen gemengde gronden.

Omschrijving en afkomst van de gronden.	Gehalten v/d droge stof in procenten aan:				Procent-gehalte van de organische stof aan stikstof (N).
	organische stof.	stikstof (N).	kalk (Ca O).	phosphorzuur (P ₂ O ₅).	
A 2 } (zie tabel 4, {	20,2	0,70	1,33	0,10	3,5
B } blz. 51) {	41,6	1,43	1,94	0,18	3,4
A 3 }	48,1	1,70	2,40	0,20	3,5
gemiddelde van A 2, B en A 3	36,6	1,28	1,89	0,16	3,5
Grond No. 12 rubr. E I uit de Koekoek (zie tabel 11, blz. 64) .	36,7	1,23	1,76 *)	0,14	3,3

*) bevat bovendien nog 1,1 pct. koolzure kalk (Ca CO₃).

Omschrijving en afkomst van de gronden.	Gehalten v/d droge stof in procenten aan:				Procent-gehalte van de organische stof aan stikstof (N).
	organische stof.	stikstof (N).	kalk (Ca O).	phosphorzuur (P ₂ O ₅).	
Ausgetorfter Hochmoorboden, mit Sand, kultiviert (König) ²⁸⁾	34,5	0,69	0,27	0,11	2,0
Veen uit de Kleine Brekken in Friesland (van Bemmel) ³⁹⁾	93,7	n. b.	0,90	0,08	—
	87,0	n. b.	1,47	0,06	—

Het gemiddelde van A2, B en A3, verder grond N°. 12, rubriek EI uit de Koekoek, alsmede het door KÖNIG vermelde monster bevatten nagenoeg alle drie evenveel organische stof. Het verschil in phosphorzuur is gering. Duidelijk springt de rijkdom van de laagveengronden aan stikstof en vooral aan kalk in het oog. Tegenover de laagveengronden met gem. ongeveer 1,8 pct. kalk staat de hoogveengrond met slechts 0,27 pct. kalk. Het verschil in stikstofgehalte is het beste na te gaan door op te geven, hoeveel gram N aanwezig is op 100 gram organische stof (zie laatste rij). De organische stof van de laagveengronden is heel wat rijker aan stikstof (3,5 en 3,3 pct.) dan die van den hoogveengrond (2 pct.).

In de tabel zijn nog twee door VAN BEMMELEN onderzochte veenmonsters opgenomen, afkomstig uit de Kleine Brekken in Friesland. Het kalkgehalte van deze monsters is wel iets hoger dan dat van hoogveen, doch blijft aanzienlijk onder dat van laagveen (zie ook de cijfers op blz. 51). Het is blijkbaar een zoogenaamd overgangsveen (mesotrophe veenstoffenformatie). VAN BEMMELEN had dus beter gedaan deze gronden niet in de vergelijking met de laagveengronden op te nemen.

§ 8. Gronden uit den Maarsseveen—Tienhoven- of Bethune-polder.

In de literatuur heb ik slechts weinig analysemateriaal aangetroffen, dat voor mijn doel bruikbaar was. KÖNIG en EMMERLING geven cijfers van eenige gronden op, die echter zeer rijk aan organische stoffen zijn en die dus later als vergelijkingsmateriaal met de onderzochte Vechtbaggers gebezigd kunnen worden. Het reeds aangehaalde onderzoek van VAN BEMMELEN³⁹⁾ vermeldt, behalve de samenstelling van enkele veen- en derriemonsters ook nog de samenstelling van een drietal monsters zwarte aarde uit den Maarsseveen—Tienhoven- of Bethune-polder, dus uit denzelfden polder, als waaruit in het jaar 1913 door mij monsters genomen zijn. Toen VAN BEMMELEN in 1886 de monsters

zwarte aarde uit dezen polder onderzocht, was hij reeds eenige jaren drooggemalen en bebouwd. Ook de door VAN BEMMELEN onderzochte gronden bezitten nog een vrij hoog gehalte aan organische stoffen (zie tabel 6).

TABEL 6.

Omschrijving en afkomst van de gronden.	Gehalte van de droge stof in procenten aan:					
	Organi- sche stof.	Zand. *)	Klei. *)	Kalk (Ca O).	Phos- phorzuur (P ₂ O ₅).	
Maarsseveen—Tien- hovenpolder (van Bemmelen).	1 a	62,1	28	9,9	2,8	0,14
	2 a	62,4	28	9,6	2,8	n. b.
	4 a	44,9	45	10,1	3,0	n. b.
Vechtgronden (zie tabel 4).	B	41,6	43,2	15,2	1,94	0,18
	A 3	48,1	34,2	17,7	2,40	0,20
	C	63,9	21,5	14,6	3,50	0,14

*) Zand is de som van fractie IV en III uit tabel 4; klei de som van fractie II en I.

*) Zand is de som van fractie IV en III uit tabel 4; klei de som van fractie II en I.

De twee eerste monsters van VAN BEMMELEN met 62,1 en 62,4 pct. organische stof behooren tot de meer venige gronden en kunnen later beter met de baggermonsters *C* en *D* vergeleken worden. Intusschen zij hier reeds opgemerkt, dat de Vechtbagger (*C*) rijker aan kalk is dan de gronden 1a en 2a. Mogelijk wordt dit verschil ook door een hooger slibgehalte veroorzaakt. Op dit punt — zand en kleigehalte — is de vergelijking tusschen VAN BEMMELEN's cijfers en de mijne echter moeilijk, omdat we wel verschillende methoden gevolgd zullen hebben, vooral wat de voorbereiding betreft, terwijl ook de indeeling der groepen wel van elkander zal afwijken.

Deze laatste opmerking geldt ook voor de vergelijking van het monster 4a met de Vechtmonsters *B* en *A 3*. Mogelijk zijn deze laatste iets rijker aan klei, doch dit punt blijft beter buiten beschouwing. Verder geeft VAN BEMMELEN geen phosphorzuurcijfers op. Er blijft dus alleen over eene vergelijking van de kalkcijfers.

Nu zou het wel interessant zijn om het monster 4a, dat in het jaar 1886 door VAN BEMMELEN uit den Bethune-polder genomen werd, met de in 1913 door mij genomen monsters te vergelijken. VAN BEMMELEN heeft evenwel de plaats, waar het monster genomen is, niet aangeven. Eene vergelijking heeft dus slechts betrekkelijke waarde. Dit op den voorgrond stellende, constateer ik alleen, dat *A 3* 2,40 pct. en 4a 3,0 pct. kalk bevat. Het is natuurlijk heel goed mogelijk, dat het kalkgehalte van de zwarte aarde 4a sinds 1886 eenige tiende procenten gedaald is. De achteruitgang van het kalkgehalte van den grond toch is een gewoon verschijnsel en deze achteruitgang zal in deze

gronden met hun gehalte aan zwavelverbindingen in den loop der jaren betrekkelijk groote afmetingen aannemen.

Voor zoover uit het beschikbare cijfermateriaal eene vergelijking mogelijk is, meen ik deze gevolgtrekking te kunnen maken, dat de gronden rubriek 43 (zie tabel 4) er niet ongunstiger voorstaan dan die, welke VAN BEMMELEN in het jaar 1886 onderzocht. Ik voeg hier nog aan toe, dat VAN BEMMELEN in zijn publicatie (zie noot 1) op blz. 18 spreekt van „de deugdelijke zwarte aarde van den Bethune-polder”.

Meer vergelijkingsmateriaal, dat op humushoudende en eenigszins venige gronden betrekking heeft, heb ik niet kunnen vinden en ik heb daarom eenige gronden uit den polder „De Koekoek” bij Kampen (Overijssel) onderzocht, terwijl ik hier tevens de resultaten vermeld van het onderzoek van eenige grond- en baggermonsters uit de polders Kockengen en Spengen (Utrecht).

§ 9. Gronden uit de polders Kockengen en Spengen (Utrecht).

Op het einde van het jaar 1909 werd mij uit Utrecht ⁴⁰⁾ het verzoek gedaan, om een onderzoek te willen instellen naar de bodemgesteldheid van eenige landerijen, gelegen in de polders Kockengen en Spengen, bewesten de Vecht, teneinde middelen te beramen om de gras- en hooiopbrengst van dezen veenachtigen bodem te verhoogen. Onderzocht zijn monsters van boven- en ondergrond uit beide polders. Ook zijn een paar monsters slootbagger onderzocht, welke voor bemestingsdoeleinden dient. De resultaten van het onderzoek zijn in tabel 7 opgenomen.

TABEL 7.
Spengen en Kockengen (Utrecht).

No.	Omschrijving.		De droge stof bevat in procenten:								100 gr. droge stof bevatten milligram-equivalenten.			Gehalte van de organische stof aan N in procenten.
			organische stof (gloeiverlies).	asch (gloeirest).	stikstof (N).	phosphorzuur (P_2O_5).	kalk (Ca O).	magnesia (Mg O).	kali (K ₂ O).	totaal zwavel, omgerekend op SO ₃ .	kalk (Ca O).	zwavelzuur (SO ₃).	verschil Ca O—SO ₃ .	
A 1104	Spengen.	Bovengrond 2—25 c M.	33,7	66,3	1,40	0,34	1,62	0,27	0,09	n.b.	57,9	n.b.	—	4,1
A 1105		Ondergrond 25—45 c.M.	45,8	54,2	1,63	0,22	2,46	0,28	0,07	n.b.	87,9	n.b.	—	3,6
A 1106	Kockengen.	Bovengrond 2—25 c.M.	32,4	67,6	1,33	0,35	1,34	0,36	0,07	0,43	47,9	14,3	33,6	4,1
A 1107		Ondergrond 25—35 c.M.	26,7	73,3	0,93	0,23	1,77	0,48	0,12	0,41	63,2	13,8	49,4	3,5
a	Spengen.	Bagger.	39,0	61,0	1,48	0,24	2,47	0,32	0,28	n.b.	88,2	n.b.	—	3,8
b	Kockengen.	Bagger.	25,6	74,4	1,06	0,24	1,94	0,61	0,32	2,55	69,3	85,0	15,7	4,1

Het onderzoek heeft in de eerste plaats aan het licht gebracht, dat de bagger niets anders is dan ingespoelde aarde. Alleen bevat de bagger wat meer kali, welke waarschijnlijk van plantenresten afkomstig is. We kunnen dus volstaan met de monsters uit Bethune- en Horstermeerpolder met de gronden uit Spengen en Kockengen te vergelijken en ik meen alleen de bovengronden daartoe te moeten nemen. In het volgende tabelletje is de gemiddelde samenstelling opgenomen van de groepen A 2, B en A 3 (zie tabel 5, blz. 55) en de gemiddelde samenstelling van de bovengronden uit de polders Spengen en Kockengen.

TABEL 8.

Omschrijving van de grondsoorten.	Gehalte v/d droge stof in pro- centen aan :				Gehalte van de organi- sche stof aan stikstof (N) in procenten.
	orga- nische stof.	stikstof (N).	kalk (Ca O).	phos- phor- zuur (P ₂ O ₅).	
Gem. A 2, B en A 3 (zie tabel 5, blz. 55).	36,6	1,28	1,89	0,16	3,5
Gem. bovengronden Spengen en Kocken- gen (zie tabel 7, blz. 58).	33,0	1,36	1,48	0,35	4,1

Zooals uit de laatste kolom blijkt, is de organische stof uit Spengen en Kockengen iets rijker aan stikstof dan die van de Vechtgronden. De Vechtgronden zijn iets rijker aan kalk. Opvallend is het lage phosphorzuurgehalte van de Vechtmonsters (0,16 tegen 0,35 pct.). Dit punt is van zeer veel belang, omdat — zooals later zal blijken — zelfs voor de gronden uit Spengen en Kockengen, die rijker aan phosphorzuur zijn, toch eene phosphorzuurbemesting niet achterwege mag blijven.

§ 10. Gronden uit de polders de Koekoek en het Zwijsleger.

De Koekoek (bij Kampen) was vroeger een 350 H.A. groote waterplas, welke ontstaan is door verveningen in de 18de eeuw. Hij is gelegen in het N.W.-gedeelte van het waterschap Mastenbroek, onder de gemeente IJselmuiden. Ten noorden van de Koekoek langs den Mastenbroeker-ringdijk ligt de Hagen, welke eene oppervlakte beslaat van \pm 50 H.A. en gedeeltelijk verveend is, terwijl ten Westen van de Koekoek en daarvan door den Oudendijk gescheiden het \pm 200 H.A. groote Zwijsleger wordt aangetroffen, waarvan ongeveer 150 H.A. is verveend. Bij Koninklijk besluit van 19 November 1851 werd aan eigenaren van de gronden in het Zwijsleger vergunning verleend

tot droogmaking van de Koekoek en tot vervening van het Zwijnsleger en de Hagen. In den zomer van 1857 was de Koekoek droog, doch liep korten tijd daarna weer vol. Een tweede poging tot drooglegging was in het najaar van 1862 zoover gevorderd, dat eene blijvende drooglegging verzekerd scheen. De najaarsstormen van 1862 en de daardoor veroorzaakte doorbraak van den Mastenbroeker-zeedijk, veranderden de Koekoek wederom in een waterplas. Na jarenlange voorbereiding gelukte het in September 1909 de Koekoek weer droog te krijgen en in den zomer van het jaar 1910 konden reeds 200 H.A. met winterkoolzaad bezaaid worden.

In het najaar van 1913 zijn door den opzichter der Nederlandsche Heidemaatschappij te Zwolle van een zestal plekken totaal 15 grondmonsters genomen. De onderstaande tabel bevat gegevens aangaande de ligging en de geaardheid van deze monsters. Voor de ligging der plekken wordt naar de kaart achter den text verwezen.

TABEL 9.

Gegevens betreffende grondmonsters uit de polders De Koekoek en Het Zwijnsleger (November 1913).

Plek	No.	Bizonderheden.
I.	1	Vegetatielaag, zeer nat.
II.	2	Vegetatielaag, met minder schelpen.
III.	3	Vegetatielaag, met veel schelpen.
IV.	4	Vegetatielaag.
	5	1 Meter diep onder maaiveld.
	6	Grond uit de onderste veenlaag.
	7	Zand beneden de onderste veenlaag.
V.	8	Vegetatielaag van een in 1913 nog niet ontgonnen terrein.
	9	1 Meter diep onder maaiveld.
	10	Grond uit de onderste veenlaag.
	11	Zand beneden de onderste veenlaag.
VI. (Zwijnsleger)	12	Vegetatielaag (Zwijnsleger).
	13	1 Meter diep onder maaiveld.
	14	Grond uit de onderste veenlaag.
	15	Zand beneden de onderste veenlaag.

De eerste 5 plekken zijn gelegen in den polder de Koekoek; plek VI ligt ten Westen van den Oudendijk in het Zwijnsleger. De plekken II, III en IV liggen vlak bij elkander op kavel 3. Plek V is gelegen op een in het najaar 1913 nog niet ontgon-

nen kavel. Het zand ligt onder het maaiveld bij plek IV 136 c.M., bij plek V 137 c.M. en bij plek VI (in het Zwijnsleger) 199 c.M. Of het zand op alle drie plekken even ver onder N.A.P. ligt, is mij niet bekend. Wel is het een feit, dat het maaiveld in het Zwijnsleger bij plek VI hooger ligt dan bij de plekken IV en V in de Koekoek.

Het onderzoek van de monsters vond plaats op de wijze als in § 5 voor de Vechtmonsters aangegeven is. In de gronden met een hoog gehalte aan koolzure kalk (dat zijn de 5 vegetatielagen in de Koekoek) is het gehalte aan koolzuur (CO_2) gewichtsanalytisch bepaald. Het gloeiverlies verminderd met het koolzuurgehalte is als „organische stof” in de tabel opgenomen. Ter vergelijking is ook in de vegetatielaag No. 12 (plek VI) het CO_2 -gehalte bepaald; het monster bleek slechts 1,1 pct. CaCO_3 te bevatten. De overige 9 monsters zijn niet op koolzure kalk onderzocht. Gezien het lage gehalte aan totaal-kalk kunnen zij hoogstens ongeveer 1 pct. CaCO_3 bevatten, zoodat in het cijfer voor de „organische stof” geen groote fout zit. Een onderzoek op schadelijke zwavelverbindingen is, mede met het oog op het hooge gehalte aan CaCO_3 achterwege gebleven. Achteraf beschouwd was het wel van belang geweest monster 12 (plek VI) op zwavel te onderzoeken.

De 6 monsters vegetatielaag wijken onderling op sommige punten zoo ver van elkander af, dat ik de bovengronden (rubriek *E*) in de volgende vier onderrubrieken gesplitst heb.

- E* 1. Plek VI, monster N°. 12, afkomstig uit het Zwijnsleger; bevat slechts 1,1 pct. koolzure kalk. Het gehalte aan phosphorzuur is hier ten opzichte van de overige vegetatielagen zeer laag.
- E* 2. Plek II, monster N°. 2; Plek I, monster N°. 1; Plek IV, monster N°. 4; alle drie vegetatielagen met vrij hoog gehalte aan koolzure kalk (van ongeveer 10—25 pct.).
- E* 3. Plek III, monster N°. 3, met een zeer hoog gehalte aan koolzure kalk (41 pct.); het gehalte aan organische stof bedraagt slechts 8,6 pct.
- E* 4. Plek V, monster N°. 8, onderscheidt zich door een zeer hoog phosphorzuurgehalte (0,74 pct. P_2O_5).

De overige 9 monsters zijn in vier rubrieken gesplitst, te weten:

F. Gronden met ongeveer 50 pct. organische stof;

G. Gronden met ongeveer 70—90 pct. organische stof;

H. Humushoudend zand met ongeveer 10 pct. organische stof;

I. Zandgrond met slechts enkele procenten organische stof.

De resultaten van het onderzoek zijn in de tabellen 10 en 11 opgenomen.

TABEL 10.

Samenstelling van gronden uit de Koekoek en het Zwijnsleger.

Koe- koek n ^o .	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	XIX.	XVIII.	Koe- koek n ^o .
	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof wegen in K.G.	100 K.G. van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. droge stof.	De droge stof bevat in procenten:					De organische stof bevat stikstof (N) in procenten.	
			organische stof (gloeiverlies).	stikstof (N).	phosphor-zuur (P ₂ O ₅).	kalk (Ca O).	koolzure kalk (Ca CO ₃).		

E. Vegetatielagen.

E. 1. Grond uit het Zwijnsleger.
(met weinig koolzure kalk).

12	122,2	40,61	36,74	1,23	0,14	1,76	1,09	3,3	12
----	-------	-------	-------	------	------	------	------	-----	----

E. 2. Gronden uit de Koekoek.
(met ongeveer 10—25 pct. koolzure kalk).

2	118,8	34,36	27,35	1,25	0,24	3,75	17,59	4,6	2
1	121,0	35,20	20,35	1,08	0,17	2,45	24,55	5,3	1
4	116,3	30,90	33,56	1,63	0,34	3,75	11,34	4,9	4
gem.	118,7	33,49	27,09	1,32	0,25	3,32	17,83	4,9	gem.

E. 3. Grond uit de Koekoek.
(met zeer hoog gehalte aan koolzure kalk).

3	119,4	37,81	8,64	0,96	0,17	0,93	40,93	11,1	3
---	-------	-------	------	------	------	------	-------	------	---

E. 4. In 1913 nog niet ontgonnen grond.
(met hoog phosphorzuurgehalte).

8	113,0	23,47	25,11	1,30	0,74	3,35	22,59	5,2	8
---	-------	-------	-------	------	------	------	-------	-----	---

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	XIX.	XVIII.	
Koe- koek n ^o .	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof wegen in K.G.	100 K.G. van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. droge stof.	De droge stof bevat in procenten.					De organische stof bevat stikstof (N) in procenten.	Koe- koek n ^o .
		organische stof (gloe- verlies).	stikstof (N).	phosphor- zuur (P ₂ O ₅).	kalk (Ca O).	koolzure kalk (Ca CO ₃).			

F. Gronden met ongeveer 50 pct. org. stof.

9	112,3	25,59	54,54	1,87	0,15	3,18	—	3,4	9
10	108,0	16,82	49,57	1,35	0,09	2,35	—	2,7	10
gem.	110,2	21,21	52,06	1,61	0,12	2,77	—	3,1	gem.

G. Gronden met 70—90 pct. org. stof.

13	103,8	13,38	87,27	2,39	0,07	4,17	—	2,7	13
14	102,0	10,65	89,80	2,32	0,06	3,85	—	2,6	14
5	106,8	14,05	68,06	1,80	0,07	3,48	—	2,6	5
6	102,2	10,34	89,77	2,17	0,07	3,85	—	2,4	6
gem.	103,7	12,10	83,72	2,17	0,07	3,84	—	2,6	gem.

H. Humushoudend zand met ong. 10 pct. org. stof.

15	138,0	46,43	13,57	0,46	0,03	1,07	—	3,4	15
11	156,2	62,05	9,15	0,30	0,03	0,52	—	3,3	11
gem.	147,1	54,24	11,36	0,38	0,03	0,80	—	3,3	gem.

I. Zand met slechts enkele procenten org. stof.

7	184,2	78,35	2,85	0,12	0,02	0,29	—	4,2	7
---	-------	-------	------	------	------	------	---	-----	---

TABEL 11.

**Gemiddelde samenstelling van gronden uit de Koekoek
en het Zwijnsleger.**

Benaming van de diverse groepen.		E.				F.	G.	H.	I.	
		E 1.	E 2.	E 3.	E 4.					
Korte omschrijving van de verschillende gronden.		Vegetatielagen.				Gronden met ongeveer 50 pct. org. stof.	Gronden met 70—90 pct. org. stof.	Humushoudend zand met ongeveer 10 pct. org. stof.	Zand met slechts enkele procenten org. stof.	
		Grond uit het Zwijnsleger (met weinig koolzure kalk).	Gronden uit de Koe-koek (met ongeveer 10—25 pct. koolzure kalk).	Grond uit de Koe-koek (met zeer hoog gehalte aan koolzure kalk).	In 1913 nog niet ontgonnen grond (met hoog phosphorzuur gehalte).					
1	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof wegen in K.G. . .	122,2	118,7	119,4	113,—	110,2	103,7	147,1	184,2	
2	100 K.G. van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. dr. stof	40,61	33,49	37,81	23,47	21,21	12,10	54,24	78,35	
3	100 d.M ³ . van de oorspronkelijke stof bevatten K.G. dr. stof	49,62	39,75	45,14	26,52	23,37	12,55	79,79	144,32	
4	De droge stof bevat in procenten.	organische stof	36,74	27,09	8,64	25,11	52,06	83,72	11,36	2,85
9		totaal stikstof (N) . . .	1,23	1,32	0,96	1,30	1,61	2,17	0,38	0,12
10		phosphorzuur (P ₂ O ₅) . .	0,14	0,25	0,17	0,74	0,12	0,07	0,03	0,02
11		kalk (Ca O)	1,76	3,32	0,93	3,35	2,77	3,84	0,80	0,29
28		koolzure kalk (CaCO ₃).	1,09	17,83	40,93	22,59	—	—	—	—
13	100 d.M ³ . van het oorspronkelijk monster bevatten K.G.	organische stof	18,23	10,77	3,90	6,66	12,17	10,51	9,06	4,11
18		totaal stikstof (N) . . .	0,61	0,52	0,43	0,34	0,38	0,27	0,30	0,17
19		phosphorzuur (P ₂ O ₅) .	0,07	0,10	0,08	0,20	0,03	0,01	0,02	0,03
20		kalk (Ca O)	0,87	1,32	0,42	0,89	0,65	0,48	0,64	0,42
29		koolzure kalk (Ca CO ₃)	0,54	7,09	18,48	5,99	—	—	—	—
25	Gehalte van de organische stof aan totaal N in procenten . (berekend uit de gemiddelde waarden sub 4 en 9).		3,3	4,9	11,1	5,2	3,1	2,6	3,3	4,2
26	Volumegewicht 1 d.M ³ . oorspronkelijke stof	weegt totaal in K.G.	1,222	1,187	1,194	1,130	1,102	1,037	1,471	1,842
27		bevat totaal droge stof in K.G.	0,496	0,397	0,451	0,265	0,234	0,125	0,798	1,443

We kunnen nu in de eerste plaats rubriek A 2 van de Vechtmonsters met 20,2 pct. humus vergelijken met N°. 1 (rubriek

E 2, tabel 10, blz. 62) van de Koekoekgronden met 20,35 pct. humus. waartoe de cijfers in tabel 12 herhaald zijn.

TABEL 12.

Omschrijving van de grondmonsters.	Gehalte v/d droge stof in pro- centen aan:				Gehalte van de organi- sche stof aan stik- stof (N) in procenten.
	Orga- nische stof.	Stikstof (N.).	Kalk (Ca O).	Phos- phor- zuur (P ₂ O ₅).	
A 2 (Vechtmonsters)	20,2	0,70	1,33	0,10	3,5
No. 1 van <i>E 2</i> (Koe- koek)	20,35	1,08	2,45 *)	0,17	5,3
Gem. A 2, B, A 3 (Vechtmonsters) .	36,6	1,28	1,89	0,16	3,5
No. 12 van <i>E 1</i> (Zwijns- leger)	36,74	1,23	1,76	0,14	3,3
*) Deze grond bevat bovendien nog 24,55 pct. koolzure kalk.					

De grond uit de Koekoek blijkt dan rijker te zijn aan stikstof (N), wat het beste uit de laatste kolom blijkt, waarin het procentgehalte van den humus aan N is opgenomen (5,3 tegen 3,5). Op dit punt kom ik in Hoofdstuk III uitvoerig terug. Verder bevat *E 2* meer phosphorzuur en afgezien van de koolzure kalk ook meer in het humuscomplex (eventueel kleicomplex) gebonden kalk (2,45 tegen 1,33). Bij vergelijking van rubriek *A 2* met de rubrieken *E 2* en *E 4* springen de hoogere gehalten aan stikstof, kalk en phosphorzuur van de gronden uit de Koekoek ten opzichte van de humushoudende Vecht-zandgronden (rubriek *A 2*) nog meer in het oog.

Eenigszins anders wordt het, wanneer we het gemiddelde van de Vechtrubrieken *A 2*, *B* en *A 3* met het monster uit het Zwijnsleger (N°. 12 van rubriek *E 1*, tabel 11, blz. 64) vergelijken. Op ongeveer 36 à 37 pct. organische stof bevatten beide rubrieken ongeveer evenveel stikstof (1,28—1,23), kalk (1,89—1,76) en phosphorzuur (0,16—0,14). Nu is het phosphorzuurgehalte van *E 1*, zelfs als we van het zeer phosphorzuurrijke monster *E 4* met 0,74 pct. P₂O₅ afzien, ten opzichte van de overige vegetatielagen uit de Koekoek (rubriek *E 2*) zeer laag. Ook uit deze vergelijking blijkt dus weer duidelijk, dat de onderzochte Vechtgronden (*A 2*, *B* en *A 3*) niet rijk aan phosphorzuur zijn. Wat het kalkgehalte betreft, dit is in voldoende hoeveelheid aanwezig en zoo ongeveer, wat men in goede laagveengronden zonder koolzure kalk verwachten mag.

§ 11. *Vergelijking van de Vecht-baggermonsters met monsters van hetzelfde type.*

Ons rest thans nog de baggermonsters *C* en *D* en de zeer venige ondergronden *A 4* (zie tabel 4, blz. 51) met gronden van hetzelfde type te vergelijken. Ik kies daarvoor een tweetal monsters venigen grond uit den Maarsseveen-Tienhovenvolder (1a en 2a, tabel 6, blz. 57) en een drietal monsters derrie, afkomstig uit den Vinkeveen-Proostdijpolder, alle vijf door VAN BEMMELEN in het jaar 1886 onderzocht ³⁹⁾; de gemiddelden van deze twee, resp. van deze drie monsters zijn in tabel 13 opgegeven. Verder geeft EMMERLING ¹⁹⁾ op blz. 277 de gemiddelde samenstelling op van zijn rubriek VI Grünlandsmoore (Niederungsmoore), welke ik op droge stof heb omgerekend, terwijl KÖNIG (zie noot 28, blz. 124) nog een monster ongecultiveerd laagveen vermeldt. Tenslotte is nog rubriek *G* van de Koekoekgronden (zie tabel 11, blz. 64) opgenomen. Al deze cijfers treft men in tabel 13 aan.

TABEL 13.

Omschrijving der gronden.	Gehalte v/d droge stof in procenten aan:				Gehalte van de organische stof aan stikstof (N) in procenten.
	Organische stof.	Stikstof (N).	Kalk (Ca O).	Phosphor-zuur (P ₂ O ₅).	
Zwarte venige aarde uit den Maarsseveen—Tienhovenvolder; (gem. van 1a en 2a, tabel 6, blz 57) .	62,3	n.b.	2,80	0,14	—
Vechtmonsters { C (bagger) (zie tabel 4, blz. 51) D (bagger) A 4 (veen- gronden)	63,9	1,92	3,50	0,14	3,0
	74,4	2,14	3,49	0,12	2,9
	77,5	2,17	2,95	0,15	2,8
Derrie uit den Vinkeveen—Proostdijpolder (van Bem-melen)	75,2	n.b.	3,09	0,11	—
Grünlandsmoore (Emmer-ling)	70,9	2,13	2,13	0,32	3,0
Niederungsmoor (König, blz. 124)	82,6	3,23	5,96 *	0,25	3,9
Veengronden uit de Koekoek (rubriek G, tabel 11, blz. 64)	83,7	2,17	3,84	0,07	2,6

* Deze kalk is gedeeltelijk van koolzure kalk afkomstig.

Het resultaat van deze vergelijking is nu de volgende. Het gehalte aan stikstof in de baggermonsters is goed. Op het hoge stikstofgehalte van de organische stof van het monster van KÖNIG, dat in verband staat met het hoge kalkgehalte, kom ik in het volgende hoofdstuk terug. Het kalkgehalte van de Vechtmonsters is goed. Het is hooger dan het kalkgehalte van de reeds in cultuur zijnde laagveengronden van EMMERLING en ook iets hooger dan de door VAN BEMMELEN onderzochte derrie en zwarte aarde. Het monster van KÖNIG bevat blijkbaar eenige koolzure kalk. Ten opzichte van het phosphorzuurgehalte leggen alle in tabel 13 opgenomen Nederlandsche gronden (VAN BEMMELEN en HISSINK) het tegenover de Duitsche gronden af.

HOOFDSTUK III.

Ontstaat bij vermenging van de legakkergronden en de baggers, die in de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht voorkomen, met het onderliggende diluviale zand een bouwvoor van voldoende vruchtbaarheid en dikte?

§ 12. *Overzicht van de te beantwoorden vragen.*

Het is reeds opgemerkt, dat zich onder de veen- en baggerlagen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht geen klei, doch diluviaal zand bevindt. Van dit diluviale zand zijn enkele monsters onderzocht (zie tabel 2, 3, 4, blz. 45 tot 52, rubriek 41), waaruit blijkt, dat het zeer arm is aan klei en humus en tengevolge daarvan ook weinig of geen plantenvoedende bestanddeelen bevat. Toch kan de cultuur op dit zand loonend zijn, zooals bijv. in den Horstermeerpolder (plek 4) het geval is. Ik kom op dit punt in § 26, Hoofdstuk IV terug. Ik geloof echter, dat men bij de beantwoording van de door de Regeering aan de Staatscommissie gestelde vierde vraag aangaande de waarde van het in cultuur te brengen land beter doet met uit te gaan van de veronderstelling, dat de bouwgrond in de droog te leggen plassen bestaan zal uit een mengsel van dit diluviale zand met meer of minder bagger of grond van legakkers; behoudens dan die gevallen, waar nog voldoende legakkers ter plaatse voorkomen, om op zich zelf — zonder menging met het zand — een bouwvoor van voldoende dikte te geven. Het zijn dus de baggers en de enige legakkergronden, die althans in hoofdzaak de waarde van den nieuwen grond na de drooglegging zullen bepalen. Men zal dus een antwoord moeten geven op deze twee vragen:

1. is de aanwezige bagger en legakkergrond van voldoende vruchtbaarheid;
2. is er voldoende bagger en legakkergrond aanwezig om een bouwlaag van voldoende dikte te geven?

Bij de eerste vraag vallen de volgende drie onderdeelen te onderscheiden:

- a. bevatten de baggers en de legakkergronden voldoende plantenvoedende bestanddeelen, dat is dus in dit geval — afgezien van kleine hoeveelheden slib — organische stof, stikstof, kalk en phosphorzuur;
- b. is de organische stof in deze baggers en legakkergronden voldoende ontleed, voldoende gehumificeerd;
- c. levert het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen in

de baggers en legakkergronden al of niet gevaar op in de toekomst?

Deze drie onderdeelen van vraag één en vervolgens vraag twee zullen thans nader onder de oogen gezien worden.

§ 13. *De gehalten van de legakkergronden (rubriek B) en de baggers (rubrieken C en D) aan plantenvoedende bestanddeelen.*

Ik kan hier volstaan met eene korte herhaling van wat aan het slot van de verschillende paragrafen van Hoofdstuk II is medegedeeld.

De legakkergronden (rubriek B, tabel 4, blz. 51) bezitten de volgende gemiddelde samenstelling in procenten op droge stof: 41,6 pct. organische stof, 43,2 pct. zand en 15,2 pct. klei; 1,43 pct. stikstof, 1,94 pct. kalk en 0,18 pct. phosphorzuur. Deze gronden kunnen vergeleken worden met het gemiddelde van de rubrieken A2 en A3 (tabel 4), met de gronden uit den Maarsseveen-Tienhovenspolder, met de gronden uit Spengen en Kockengen en met de vegetatielagen uit de Koekoek en het Zwijnsleger. De gehalten aan stikstof, kalk en phosphorzuur zijn bij al deze gronden, met hun laag gehalte aan klei en hun hoog humusgehalte, voornamelijk afhankelijk van het gehalte aan organische stof, maar bij vergelijking van gronden met ongeveer een even hoog humus-percentage is in de eerste plaats gebleken, dat de legakkergronden iets minder rijk aan stikstof zijn. Dit komt natuurlijk het beste uit door vergelijking van de procentgehalten van de organische stof aan stikstof. Op dit punt kom ik uitvoerig in de paragrafen 15, 16 en 17 terug. De legakkergronden bevatten geen koolzure kalk, afgezien dan van kleine hoeveelheden schelpjes, die hier en daar plaatselijk voorkomen. Vergeleken met andere gronden, die eveneens geen koolzure kalk bevatten, is het kalkgehalte in de legakkergronden voldoende te noemen. Van groot belang is ten slotte vooral dit resultaat van het onderzoek, dat de legakkergronden arm aan phosphorzuur zijn.

De baggermonsters (rubrieken C en D, tabel 4, blz. 51) bevatten gemiddeld in procenten op droge stof: 69,2 pct. organische stof, 16,2 pct. zand en 14,6 pct. klei; 2,03 pct. stikstof, 3,50 pct. kalk en 0,13 pct. phosphorzuur. Bij vergelijking met verschillende veengronden en derries (zie tabel 13, blz. 66) blijken de baggers uit de Utrechtsche plassen voldoende rijk aan kalk te zijn, doch ook hier valt weer het lage gehalte aan phosphorzuur van de Utrechtsche gronden op. Het stikstofgehalte van de organische stof van de Utrechtsche baggers is voldoende hoog. Op dit punt kom ik in § 15, 16 en 17 terug.

Het resultaat van deze beschouwingen is dus, dat de legakkergronden en de baggers een materiaal leveren, dat over voldoende stikstof en kalk beschikt, dat echter te weinig phosphorzuur

bevat. Een geregelde bemesting met phosphorzuur is dringend noodig. Aangezien verder noch in de legakkers, noch in de baggers koolzure kalk aanwezig is — afgezien dan van kleine plaatselijke hoeveelheden — verdient het aanbeveling de kalkbemesting niet uit het oog te verliezen. Intusschen komt het mij voor, dat in het algemeen in de kalkbehoefte van de nieuwe gronden op voldoende wijze door geregelde bemesting met thomasslakkenmeel voorzien kan worden. Op dit punt kom ik nader in Hoofdstuk IV terug. Ten slotte herinner ik er aan, dat alle laagveengronden arm aan kali zijn, zoodat geregelde kalibemesting niet achterwege mag blijven.

§ 14. *Het phosphorzuurgehalte van laagveengronden in het algemeen.*

Het lage phosphorzuurgehalte van de Vechtmonsters geeft mij aanleiding een enkel woord aan het phosphorzuurgehalte van humushoudende gronden in het algemeen te wijden.

RAMANN (Bodenkunde, blz. 162) merkt op, dat het phosphorzuurgehalte van humus in den regel gering is. Aangezien verreweg de meeste gronden, die op phosphorzuur onderzocht zijn, zoowel klei als humus bevatten en het niet wel mogelijk is beide phosphorzuurvormen te scheiden, is het afzonderlijke gehalte aan phosphorzuur in klei en in humus niet bekend. De oorzaak van het lage phosphorzuurgehalte van den humus is waarschijnlijk te zoeken in het feit, dat phosphorzuur niet of althans weinig door humus geadsorbeerd wordt. Naar alle waarschijnlijkheid komt het phosphorzuur niet adsorptief gebonden in den bodem voor ⁴¹⁾, maar is het aanwezig in den vorm van meer of minder onoplosbare verbindingen, in hoofdzaak wel aan kalk, doch verder ook aan ijzer gebonden. Overeenkomstig deze opvatting zullen kalkhoudende humusgronden meer phosphorzuur kunnen bevatten dan kalkarme. Zoo bezit het meer aangehaalde monster van KÖNIG (blz. 124, Niederungsmoor, unkultiviert), dat nagenoeg geen klei en zand bevat, naast een vrij hoog kalkgehalte een hoog gehalte aan phosphorzuur (0,25 pct.). Is deze opvatting juist, dan ligt het voor de hand, dat het phosphorzuurgehalte van den humus — al naar gelang van het kalk- en ijzergehalte — tusschen zeer uiteenlopende waarden inliggen moet.

Ik heb in deze publicatie reeds meermalen gelegenheid gehad op het lage phosphorzuurgehalte van de Vechtmonsters te wijzen, in vergelijking met dat van andere gronden van hetzelfde type. De oorzaak hiervan is mij niet bekend. De Koekoekcijfers geven wel eenig recht tot het vermoeden, dat het kalkgehalte het phosphorzuurgehalte beïnvloedt. Hoogere kalkgehalten gaan hier samen met hoogere phosphorzuurgehalten. Bij het lage phosphorzuur gehalte van N^o. 3 (tabel 10, blz. 62, sub E 3) moet men natuurlijk bedenken, dat dit monster slechts 59,1 pct. humus + klei

+ zand bevat. Daar staat echter weer tegenover, dat de gronden uit Spengen en Kockengen zeker niet kalkrijker zijn dan de Vechtmonsters en toch vrij wat meer phosphorzuur bevatten.

Ik wil nog aan enkele cijfers aantonen, dat de organische stof van de Vechtbaggers (tabellen 2 en 4, blz. 45 en 51, rubrieken *C* en *D*) vrij wat minder phosphorzuur moet bevatten, dan de organische stof van de Vechtgronden (*B* en *A 3*) en dat niettegenstaande de eerste een vrij wat hooger kalkgehalte bezit dan de laatste. Ten einde dit in te zien moet men bedenken, dat in het zand nagenoeg geen phosphorzuur voorkomt. In de zandgronden van rubriek *A 1* bedraagt het P_2O_5 -gehalte slechts 0,04 pct. Ik heb aangenomen, dat de zandfractie van alle gronden eveneens 0,04 pct. P_2O_5 bevat. Wanneer ik dan het phosphorzuurgehalte, dat in de zandfractie aanwezig is, van het totaal-phosphorzuur aftrek, krijg ik het volgende overzicht:

Rubriek.	Gehalte aan:			
	org. stof.	klei.	P_2O_5 .	Ca O.
B	41,6	15,2	0,16	1,94
A 3	48,1	17,7	0,19	2,40
C	63,4	14,6	0,13	3,50
D	74,4	14,6	0,12	3,49

Het kleigehalte is in deze vier rubrieken vrijwel gelijk. Aan nemende, dat deze klei in alle gevallen nagenoeg even rijk aan phosphorzuur is, is er geen andere conclusie mogelijk, dan dat de organische stof van de groepen *A 3* en *B* rijker aan phosphorzuur is dan de organische stof van de rubrieken *C* en *D*. Dit punt is van belang, omdat de grond in de plassen, waar geen legakkers aanwezig zijn, na de drooglegging uit een mengsel van phosphorzuurarm zand en phosphorzuurarme bagger zal bestaan.

§ 15. *Het humificatieproces.*

Het tweede onderdeel van de eerste vraag luidde: is de organische stof van de legakkergronden en de baggers voldoende gehumificeerd? Eenige opmerkingen over het humificatieproces dienen hier vooraf te gaan.

Na het droogmaken van de Vechtplassen ligt op een bodem van diluviaal zand een min of meer dikke baggerlaag, die bij verdere ontwatering van het terrein langzamerhand haar water verliest. Uit de vermenging van deze baggerlaag met het onderliggende zand zal de toekomstige bouwlaag van de droog-

gelegde plassen ontstaan. Deze baggermassa is echter, evenmin als het veen zelf, direct in staat de plaats van den humus in den grond in te nemen. Ze moet eerst gehumificeerd worden. Waar deze humificatie op neerkomt, blijve thans in het midden ⁴²⁾; het is voldoende hier op te merken, dat voor de omzetting van de veenstoffen in humus in de eerste plaats de toetreding van de zuurstof der lucht noodig is. Tijdens en na de ontwatering vindt dit in ruime mate plaats. Ook is hierbij te bedenken, dat de temperatuur van invloed is op de snelheid van het humificatieproces.

De snelheid, waarmede het humificatieproces van de veenstoffen bij ruime luchttoetreding verloopt, hangt onder overigens gelijke omstandigheden mede af van den aard van het veen, dat humificeert. De organische stof van hoogveen is zeer moeilijk ontleedbaar. Eerst bij ruime en krachtige toetreding van de zuurstof en bij bemesting met kalkhoudende stoffen zetten de organische stoffen van het hoogveen zich langzamerhand in een zwarte, aardige kruimelige grondmassa, in hoogveen-humus, om ⁴³⁾. De humificatie van de organische stoffen in laagveen verloopt sneller; eene toevoeging van kalk is in de meeste gevallen hier niet noodig. Uit den aard der zaak houdt dit verschil in de snelheid van het verloop van het humificatieproces tusschen de beide veensoorten verband met het verschil in de scheikundige samenstelling van de organische stof van hoog- en laagveen, meer in het bijzonder met het verschil in kalkgehalte ⁴⁴⁾.

Ik zou hier nu verder kunnen volstaan met deze algemeene opmerking, dat de organische stof in de Vechtplassen van laagveen afkomstig is, dat deze massa mij op het oog gebleken is over het algemeen reeds vrij goed vergaan te zijn en dat we dus bij goede ontwatering en bodemventilatie mogen verwachten, dat het humificatieproces na de droogmaking met voldoende snelheid zal verlopen. Het ligt echter voor de hand, dat eenige meerdere kennis van den ontledingstoestand, waarin de te gebruiken veenstoffen zich op het oogenblik reeds bevinden, wel van belang zou zijn en dat het vooral een groote stap vooruit zou wezen, wanneer we dezen ontledingstoestand in cijfers konden uitdrukken. Dat deze kennis van den ontledingstoestand inderdaad van practisch belang is, moge hier aan een enkel voorbeeld worden toegelicht. In het jaar 1911 nam de directeur van het veenproefstation in Jonköping (Zweden), H. VON FEILITZEN ⁴⁵⁾ „Kalkungs- und Düngungsversuchen auf kleineren Versuchsfeldern auf unbesandetem Niederungsmoor in verschiedenen Provinzen. Dabei zeigt es sich, dass die Kalkwirkung zu Mischfrucht (Peluschken und Hafer) sehr stark hervortrat, sogar auf einem Moorboden, der 3,95 pct. Kalk oder 12068 K.G. auf 1 H.A. bis zu 20 c.M. Tiefe enthielt. Es war ein reiner Carexortorf, aber der Zersetzungsgrad war schlecht. Auf einem anderen Moor mit 1,64 pct. oder 10378 K.G. Kalk war dagegen nur eine äusserst schwache Erntesteigerung durch die Kalkung wahr zunehmen.

Es war ein Carextorf mit etwas Waldresten, aber der Zersetzungsgrad war äusserst gut."

Uit dit voorbeeld volgt, dat de kennis van den ontledingstoestand, waarin de veenstoffen zich bevinden, van practisch belang is. Maar tevens blijkt er uit, dat het kalkgehalte — het moge dan de snelheid van het humificatieproces bevorderen — ons niets leert aangaande de vraag, hoever dit proces al voortgeschreden is; iets wat trouwens voor de hand ligt. Ik heb nu gemeend, dat de volgende overwegingen misschien een middel aan de hand zouden kunnen doen, om iets omtrent het stadium, waarin het humificatieproces zich bevindt, te weten te komen.

Zooals reeds is opgemerkt, vinden bij de toetreding van de luchtzuurstof oxydatieprocessen plaats, welke de samengestelde organische verbindingen in eenvoudiger verbindingen overvoeren; de eindproducten van deze ontleding zijn koolzuur en water. Tengevolge van deze oxydatie vindt dus eene vermindering van de organische stof in den grond plaats. Naarmate de organische verbindingen ontleden, komen ook de stikstofverbindingen beschikbaar; zij gaan over in ammoniak- en nitraatverbindingen en de voorraad aan stikstof neemt eveneens af. Nu is het echter gebleken, dat de koolwaterstofverbindingen uit den humus bij dit ontledingsproces in sterkere mate verdwijnen dan de stikstofverbindingen. Het gevolg hiervan is, dat het stikstofgehalte van den humus tijdens de humificatie stijgt. Het wil mij voorkomen, dat we dus in het procentgehalte van de organische stoffen aan stikstof een middel bezitten, om althans iets over het ontledingsstadium van de organische stoffen in den bodem te zeggen ⁴⁶⁾.

Ook nog uit een ander oogpunt is de kennis van deze grootheid: het gehalte van de organische stof aan stikstof in procenten — welke ik in het vervolg P zal noemen — van belang. Ik heb reeds opgemerkt, dat de stikstof uit den veengrond moeilijk beschikbaar komt (zie blz. 28). In het nagenoeg onvergane veen is de stikstof voorhanden in een voor de planten moeilijk toegankelijken vorm en naarmate de organische stof ontleedt, gaan stikstofverbindingen in beter assimileerbare verbindingen over. Het procentgehalte van den humus aan stikstof moet dus ook een indruk geven over de assimileerbaarheid van de stikstof voor de planten. Een laag gehalte wijst op slechte, een hoog gehalte op goede assimileerbaarheid van de stikstof. HILGARD (Soils, blz. 363) meent zelfs op grond van het gehalte van den humus aan stikstof een oordeel over de behoefte van den grond aan eene stikstofbemesting te kunnen vellen. Een grond met 9,95 pct. humus en 0,17 pct. stikstof (stikstofgehalte van den humus $P = 1,71$ pct.) was zeer „nitrogenhungry", terwijl een grond met slechts 1,80 pct. humus en met slechts 0,075 pct. N (dus met een stikstofgehalte van den humus $P = 4,17$ pct.) nog niet bepaald behoefte aan eene stikstofbemesting vertoonde. Natuurlijk oefenen allerlei andere omstandigheden ook hun invloed

uit (zie HILGARD, blz. 363), maar „there is every reason to believe that in the nitrogen-percentage of soil-humus, we may have a means of ascertaining the needs of plants with respect to nitrogen-fertilization. Broadly speaking, it appears to be necessary to keep the nitrogen-percentage of soil-humus near 4 pct. to insure satisfactory production.”

§ 16. *Het gehalte van de organische stoffen aan stikstof in procenten (P).*

Reeds in het jaar 1873 vond W. WOLF⁴⁷⁾, dat het stikstofgehalte van de organische stoffen in verschillende grondsoorten schommelde tusschen vrij ver uiteenlopende uitersten (ongeveer 4 pct.—12 pct.). Het is HILGARD geweest, die dit punt nauwkeurig onderzocht heeft. Het bleek hem, dat vooral het klimaat van grooten invloed op het stikstofgehalte van den humus was. In een droog, heet klimaat, dus in een zoogenaamd uitgesproken aried klimaat⁴⁸⁾, ontleden de organische stoffen met groote snelheid, terwijl uitspoeling van stikstofverbindingen nagenoeg niet plaats vindt. Onder deze omstandigheden vormen zich gronden met een laag gehalte aan humus, doch met een hoog stikstofgehalte van den humus. Als gemiddelde van een vrij groot aantal gronden uit de ariede streken van Californië geeft HILGARD op (Soils, blz. 136): humusgehalte 0,91 pct.; stikstofgehalte 0,135 pct., zoodat het gemiddelde stikstofgehalte van den humus hier niet minder dan 15,23 pct. bedraagt. Bovenaan in de tabel staat een donkere leemige grond met 3,06 pct. humus en 0,67 pct. stikstof; de humus van dezen grond bevat niet minder dan 22 pct. stikstof⁴⁹⁾.

In een humied klimaat zijn de verhoudingen anders. De organische stoffen ontleden minder snel; onder bepaalde omstandigheden vindt zelfs eene aanzienlijke ophooping van organische stoffen plaats. Het gevolg van een en ander is een lager stikstofgehalte van den humus dan in ariede streken. Als gemiddeld cijfer vermeldt HILGARD (for humid soils, blz. 137) een stikstofgehalte van den humus van ongeveer 4,23 pct.; RAMANN stelt voor humiede streken de grenzen voor P van 2 pct. tot 5 pct.

In het algemeen geldt deze regel: Hoe meer de omstandigheden gunstig zijn voor de vorming en de ophooping van de organische stoffen in den bodem, hoe langzamer het ontledingsproces van deze organische stoffen verloopt, des te rijker zullen zij zijn aan koolwaterstoffen en des te armer aan stikstof. Onder overigens gelijke omstandigheden is het stikstofgehalte van den humus dus lager, naarmate de grond rijker aan humus is. Ook volgt uit dezen regel, dat de waarde voor P in diepere lagen met de diepte afneemt (zie bijv. Soils, blz. 138—139). Verder zal P met het kalkgehalte van den grond stijgen, omdat de kalk het ontledingsproces bevordert (zie noot 44, VON SEELHORST, blz. 11). Zeer leerrijk zijn op dit gebied de onderzoekingen van

EMMERLING (zie noot 19, blz. 279—281; ook blz. 230—232), waaraan ik het volgende ontleen. EMMERLING heeft van een aantal laagveengronden het gemiddelde gehalte aan organische stof berekend en vindt hiervoor 70,9 pct. (zie tabel 14, blz. 77). De gronden uit deze collectie met minder dan 70,9 pct. humus geven nu weer gemiddeld 54,1 pct. humus, de gronden met meer dan 70,9 pct. humus gemiddeld 83,6 pct. humus. Duidelijk zien we in tabel 14, dat de P-waarden met de gehalten aan organische stof toenemen. Ook voor hoogveengronden heb ik in tabel 14 deze berekening opgenomen; uit de waarden voor P (1,36—1,58—1,24) is dezelfde conclusie te trekken. Al deze cijfers wijzen er op, dat onder omstandigheden die eene ophooping van de organische stoffen in de hand werken, een stikstofarme humus ontstaat.

Het is in dit verband wel belangrijk de aandacht te vestigen op het verschil in stikstofgehalte van de organische stoffen in hoogveen en laagveen. De P-waarden voor hoogveen zijn aanzienlijk lager dan die voor laagveen. De laagveengronden van EMMERLING groep c (zie tabel 14) met 83,6 pct. organische stof bevatten 2,09 pct. stikstof ($P = 2,5$), terwijl in de hoogveengronden met 83,7 pct. organische stof slechts 1,32 pct. stikstof voorkomt ($P = 1,58$). Dit verschil staat mede in verband met het verschil in kalkgehalte tusschen de beide veentypen, maar is, „vor allen Dingen auch darauf zurückzuführen, dass die dasselbe bildende Pflanzen an sich einen zum Teil sogar sehr viel höheren Stickstoffgehalt aufweisen als die des kalkarmen Moors" ⁵⁰).

Het is ook wel van belang hier eenige cijfers aan onderzoeken over Indische gronden te vermelden.

Uit het vierde verslag van VAN ROMBURGH ¹⁶) heb ik berekend, dat de onderzochte thee gronden (Java) gemiddeld 3,47 pct. humus en 0,16 pct. N bevatten; het stikstofgehalte van den humus bedroeg dus gemiddeld 4,6 pct. De in het vijfde verslag vermelde grondmonsters bevatten gemiddeld:

	Humus.	Stikstof (N).	P.
Bovengrond	7,65	0,347	4,53
Ondergrond	4,34	0,21	4,84

Onderling zijn de verschillen tusschen de verschillende gronden niet groot. Opmerkelijk is het, dat het stikstofgehalte van den humus van den ondergrond grooter is dan dat van den bovengrond (4,84 tegen 4,53). De verklaring van dit feit moet wel hierin gezocht worden, dat eenerzijds de ontleding van de organische stof tot op ongeveer 50 c.M. diepte nog vrij intensief plaats vindt, terwijl anderzijds de stikstofvoorraad in den bovengrond door uitspoeling en opname door de plantenwortels

in sterkere mate dan in den ondergrond vermindert. Op grond van deze resultaten meent VAN ROMBURGH te mogen aannemen, dat de humus van de theegronden op Java in de streken, waarover het onderzoek loopt, ongeveer 5 pct. stikstof bevat (zie ook zesde verslag, 1899, blz. 27).

Ook VAN BIJLERT ⁵¹⁾ heeft zijne aandacht aan dit vraagstuk gewijd. Uit zijne cijfers, die op Deligronden betrekking hebben, heb ik de volgende tabel afgeleid, waarin de gemiddelde gehalten aan humus en stikstof in procenten zijn opgenomen, alsmede de waarden voor P.

	Humus.	Stikstof.	P.
Gemiddelde van alle onderzochte gronden	3,79	0,233	6,1
De gronden met meer dan 3,79 pct. humus bevatten gemiddeld . .	5,67	0,331	5,8
De gronden met minder dan 3,79 pct. humus bevatten gemiddeld	2,59	0,170	6,5

Groote verschillen treden hier niet op. De laagste P-waarde bezit een veenachtige grond (paja) met 9 pct. humus en 0,44 pct. stikstof; stikstofgehalte van den humus $P =$ bijna 5 pct. Aan den hoogen kant staan een tweetal zeer losse zandige gronden met slechts weinig humus en een betrekkelijk hoog stikstofgehalte; resp. 1,7 pct. en 2 pct. humus tegen 0,13 pct. en 0,18 pct. stikstof. P resp. 7,6 pct. en 9 pct. Verder vermeld ik nog een oerboschgrond met 4,8 pct. humus en 0,34 pct. N; stikstofgehalte van den humus 7,1 pct. Gemiddeld bevat de humus van de onderzochte Deligronden dus 6,1 pct. stikstof; in sommige uitzonderingsgevallen kan dit tot 7 à 9 pct. stijgen. De humus is ook hier rijk aan stikstof, al overdrijft VAN BIJLERT dan ook, als hij in een volgende publicatie ⁵²⁾ zegt, dat de humus in de Deligronden, die weinig of niet in cultuur geweest zijn, 10 pct. bedraagt.

Alles wijst er op, dat het stikstofgehalte van den humus in heetere luchtstreken, waar de opeenhooping van humus geen grooten omvang aanneemt, hooger is dan in streken met gematigder klimaat.

§ 17. *De ontledingstoestand van de organische stof in verschillende Nederlandsche laagveengronden.*

Voor de toepassing van de beschouwingen uit de vorige paragrafen zijn nu in een afzonderlijke tabel 14 (blz. 77) opgenomen de gehalten aan organische stof en stikstof en het daaruit berekende procentgehalte van de organische stof aan stikstof (P)

voor de verschillende onderzochte rubrieken en voor eenige andere aan EMMERLING ¹⁹⁾ en KÖNIG ²⁸⁾ ontleende monsters. De invloed van het kalkgehalte, van de ligging ten opzichte van maaiveld en van het gehalte aan organische stof treedt in deze cijfers duidelijk aan het licht.

Invloed van het kalkgehalte. Van alle in de tabel opgenomen monsters onderscheiden de rubrieken *E 2*, *E 4* en *E 3* zich door hun hoog gehalte aan koolzure kalk (resp. 17,8, 22,6, 40,9 pct.). Duidelijk treedt de invloed van dit hoge kalkgehalte op *P* voor den dag; *E 2* en *E 4* met ongeveer 26 pct. humus hebben een voor dergelijke humushoudende gronden in ons klimaat hooge waarde van 4,9—5,2. Bij het monster *E 3* werken het buitengewoon hooge CaCO_3 -gehalte en het betrekkelijk lage humusgehalte (8,64) beide mede tot stijging van *P* tot de waarde van 11,1, een voor ons humied klimaat ongekend hooge waarde. In dit verband is ook het monster laagveen van KÖNIG te noemen, dat niettegenstaande het zeer hooge humusgehalte (82,6 pct.) door het vrij hooge kalkgehalte (6 pct.) een waarde van 3,9 voor *P* geeft.

Invloed van de ligging. Met elkander te vergelijken zijn de zandgronden *A 1* en *I*, met resp. $P = 5,1$ en $P = 4,2$, welke waarden wel vrij normaal in ons klimaat voor dergelijke zandgronden met laag humusgehalte zullen zijn. Intusschen zou een nader onderzoek dit moeten bevestigen. Waarschijnlijk staat de lagere waarde voor *I* met de diepere ligging van deze gronden in verband. Ook de lage *P*-waarde voor rubriek *H* (3,3 bij 11,6 pct. humus) zal wel aan de diepere ligging (1 M. onder maaiveld) zijn toe te schrijven. Deze invloed van de ligging ten opzichte van maaiveld treedt verder duidelijk bij de monsters Spengen en Kockengen voor den dag. De beide ondergronden hebben een lagere *P*-waarde dan de bovengronden en dat niettegenstaande de eene ondergrond (Spengen) meer, de andere ondergrond (Kockengen) minder humus dan de corresponderende bovengrond bevat.

TABEL 14, aangevende de waarde *P*, dat is het procentgehalte van de organische stof aan totaal-stikstof (*N*).

Omschrijving en bijzonderheden der grondmonsters.		Gehalte van de droge stof aan:		<i>P</i> .
		organi- sche stof.	stikstof.	
Vecht- monsters, rubriek (tabel 4, blz. 51).	zandgronden <i>A 1</i>	2,7	0,13	5,1
	humushoudende zandgronden <i>A 2</i>	20,2	0,70	3,5
	gronden van legakkers <i>B</i>	41,6	1,43	3,4
	venige gronden <i>A 3</i>	48,1	1,70	3,5
	baggers bij legakkers <i>C</i>	63,9	1,92	3,0
	baggers uit plassen <i>D</i>	74,4	2,14	2,9
	veengronden <i>A 4</i>	77,5	2,17	2,8

Omschrijving en bijzonderheden der grondmonsters.		Gehalte van de droge stof aan:		P.
		organi- sche stof.	stikstof.	
Koekoek- monsters, rubriek (tabel 11, blz. 64).	vegetatielagen 1,1 . . . E 1	36,74	1,23	3,3
	met procenten 17,8 . . . E 2	27,09	1,32	4,9
	koolzure kalk. 22,6 . . . E 4	25,11	1,30	5,2
	40,9 . . . E 3	8,64	0,96	11,1
	venige gronden F	52,06	1,61	3,1
	veengronden G	83,72	2,17	2,6
	humushoudende zandgronden H	11,36	0,38	3,3
	zandgronden I	2,85	0,12	4,2
Spengen en Kockengen (tabel 7, blz. 58).	gem. samenstelling bovengrond	33,0	1,36	4,1
	Spengen, ondergrond	45,8	1,63	3,6
	Kockengen, ondergrond	26,7	0,93	3,5
Emmerling (blz. 279)	gemiddelde samenstelling . . . a	70,9	2,13	3,0
Grünlands- moore. (Niederungs- moor).	monsters onder het gemid- delde b	54,1	1,89	3,5
	monsters boven het gemid- delde c	83,6	2,09	2,5
Emmerling (blz. 280) Torfmoor. (Hochmoor).	gemiddelde samenstelling . .	91,5	1,24	1,36
	monsters onder het gemiddelde	83,7	1,32	1,58
	" boven " "	95,9	1,19	1,24
Niederungsmoor, unkultiviert (König, blz. 124)		82,6	3,23	3,9
Ausgetorfte Hochmoorboden, unkultiviert (König, blz. 124)		99,6	0,99	1,0

Invloed van het gehalte aan organische stof. In de eerste plaats blijkt deze invloed door vergelijking van de P-waarden van de humushoudende zandgronden in het algemeen met die van de meer venige gronden. De grens tusschen deze beide groepen ligt bij eene P-waarde van ongeveer 3 à 3,5. Verder is er een merkwaardig verband tusschen de P-waarden en de gehalten aan organische stof van de rubrieken C, D, A 4, F en G, dat zijn gronden die rijk en zeer rijk aan organische stoffen zijn. De daling van de P-waarden loopt hier zelfs volkomen evenwijdig aan de stijging van de gehalten aan organische stof en wel vanaf F met 52,06 pct. organische stof en $P = 3,1$ via C, D, A 4 naar G met 83,72 pct. organische stof en $P = 2,6$.

Ten slotte is nog te wijzen op het verschil, dat er tusschen de laagveengronden en de hoogveengronden bestaat. EMMERLING geeft voor hoogveen de waarden 1,58—1,24 op, gemiddeld 1,36.

Een monster hoogveen, aan KÖNIG ontleend, met nagenoeg 100 pct. organische stof bevat slechts 1 pct. N ($P = 1,0$).

Uit een en ander volgt, dat er toch wel eenige beteekenis aan de P-waarden in verband met het ontledingsstadium van de organische stof te hechten valt. Natuurlijk moet ook hier weer vergelijkenderwijze te werk gegaan worden en steeds dezelfde soort gronden met elkander vergeleken worden. Onder dit voorbehoud zou ik uit de cijfers van tabel 14 de volgende conclusies willen trekken.

De waarde voor P in humushoudende zandgronden kan in gunstige gevallen (*E 2*, *E 4*, bovengronden Spengen en Kockengeng) stijgen tot ongeveer 4 à 5. In vergelijking hiermede blijkt de organische stof van rubriek *E 1* en *A 2* minder goed gehumificeerd te zijn. Bij de bemesting van deze gronden dient op dit feit gelet te worden. Geregelde bemesting met stalmest en met kalkhoudende meststoffen (thomasslakkenmeel, misschien af en toe een weinig mergel) is hier ter bespoediging van de ontleding van de organische stof aan te bevelen. Zoolang het gewenschte omzettingstadium niet bereikt is, lijkt mij eene bemesting met chilisalpeter op haar plaats.

De gronden van de legakkers (rubriek *B*) met gemiddeld 41,6 pct. organische stof zijn met de venige gronden *A 3*, den ondergrond uit Spengen en eenigermate ook nog met rubriek EMMERLING *b* (54,1 pct. organische stof) te vergelijken. Het resultaat van deze vergelijking valt niet slecht voor de legakkergronden uit. Reeds thans bevindt de organische stof van de legakkergronden zich in een vrij goed ontledingsstadium.

De Vechtbaggers (rubrieken *C* en *D*) zijn ten slotte het best met de rubriek EMMERLING *a* te vergelijken. Gemiddeld bevatten deze veengronden ongeveer 70 pct. organische stof met 2,1 pct. stikstof; de waarde voor P is bij al deze gronden ongeveer 3. De organische stof van de Vechtbaggers is dus reeds thans evengoed ontleed als die van de door EMMERLING onderzochte laagveengronden en dit feit zegt des te meer, omdat de gronden van EMMERLING alle in cultuur zijn en er dus gunstiger voorstaan dan de van de lucht afgesloten Vechtbaggers.

In deze conclusie, dat het procentgehalte van de organische stof van de baggers (rubriek *C* en *D*) en de legakkergronden (rubriek *B*) voldoende hoog is, ligt tevens opgesloten, dat de nitrificatie van de organische stikstofverbindingen onder overigens gunstige omstandigheden niet te langzaam verlopen zal, indien althans eenige waarde aan de op blz. 73 medegedeelde opvattingen van HILGARD toe te kennen is.

In tabel 14 zijn de gemiddelde waarden van P voor elke rubriek opgegeven. De diverse groote tabellen (tabel 3, blz. 48; tabel 7, blz. 58; tabel 10, blz. 62) vermelden de P-waarden van alle monsters. Bij het naslaan van deze tabellen zal blijken, dat de afzonderlijke waarden voor P van de monsters in de ver-

schillende rubrieken slechts weinig van de gemiddelde waarden afwijken. Een tweetal monsters maakt hierop slechts eene uitzondering, n.l. N°. 23 (A4, veengronden), afkomstig van plek 4 uit den Horstermeerpolder, 25—50 c.M. onder maaiveld, zwart veen en N°. 73 (C, baggers bij legakkers) van plek 2 uit den Spiegelpolder, Oostzijde, baggerlaag, beide in tabel 3, blz. 48 opgenomen. Het zwarte veen N°. 23 bevat 93,1 pct. organische stof tegen 1,38 pct. N, wat $P = 1,48$ geeft; het baggermonster N°. 73 bevat 82,5 pct. organische stof en 1,31 pct. N, wat een $P = 1,59$ geeft. Opmerkelijk is het, dat dit lage stikstofgehalte gepaard gaat met een zeer laag gehalte aan phosphorzuur, n.l. 0,05 pct. Het kalkgehalte van beide monsters is normaal, resp. 3,04 pct. en 3,53 pct. Koolzure kalk komt in beide monsters slechts in kleine hoeveelheden voor, n.l. 0,7 pct. en 0,5 pct., dat is resp. 0,39 pct. en 0,28 pct. CaO in den vorm van CaCO_3 . N°. 23 bevat slechts 0,64 pct. en N°. 73 10,38 pct. klei. De organische stof is dus vrij rijk aan kalk en overeenkomstig de definitie van FLEISCHER (zie blz. 25) zijn het geen hoogveengronden. Beide gronden behooren misschien tot de „Uebergangsmoore”. Mogelijk bestaat er aanleiding, dit punt nog eens later nauwkeurig na te gaan.

De in deze paragraaf gegeven beschouwingen berusten op de onderstelling, dat er verband bestaat tusschen den ontledings-toestand en het procentgehalte aan stikstof van de organische stoffen in den bodem. Ik meen, dat het hier boven meegedeelde wel voor de waarschijnlijkheid van deze onderstelling pleit. Ik geef intusschen gaarne toe, dat een meer systematisch onderzoek op dit punt noodig is. Zoolang we echter geen andere en betere methode bezitten om het ontledingsstadium van de organische stof in den bodem in cijfers uit te drukken, meen ik, dat het wel geoorloofd is uit de P-waarden eenige conclusies te trekken⁵³). En dan kom ik aan de hand van tabel 14 in de eerste plaats tot de conclusie, dat de organische stof van de baggers (C en D) en ook van de legakkergronden (rubriek B) voldoende gehumificeerd is. Dit te weten is voor ons hoofdzaak. Als bijzonderheid voeg ik hier nog aan toe, dat de organische stof van de humushoudende zandige gronden in den Horstermeer- en den Bethunepolder (rubriek A2) en mede in het Zwijnsleger (rubriek E1) den indruk maakt van minder goed gehumificeerd te zijn. In dit opzicht staan deze gronden bij de gronden uit de Koekoek en uit Spengen en Kockengen van hetzelfde type tenachter.

§ 18. *Is het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen in de gronden en baggers zoo hoog, dat het gevaar voor de cultuur oplevert?*

De vraag, die thans besproken moet worden is deze, of het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen in de Vechtmonsters zóó hoog is, dat het gevaar voor de cultuur oplevert, hetzij direct,

hetzij op den duur. Zooals reeds in een vorige paragraaf (§ 4, blz. 31) uiteengezet is, heb ik in de Vechtmonsters onderscheiden in water oplosbaar gips (CaSO_4), in warm sterk zoutzuur oplosbaar basisch ferrisulfaat en ten derde in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen. Het basisch ferrisulfaat levert door afscheiding van zwavelzuur direct gevaar op; met de derde groep is dit eerst na oxydatie het geval.

Ik geloof nu het beste te doen hier de beschouwingen van VAN BEMMELEN over ditzelfde punt vooraf te laten gaan en dit te meer, waar deze beschouwingen in een weinig bekende publicatie (zie noot 1) zijn opgenomen en ik bovendien op een paar punten aanmerkingen op deze beschouwingen meen te moeten maken. In deze verhandeling tracht VAN BEMMELEN o.m. de zeer belangrijke vraag te beantwoorden, „of de derrie uit den Vinkeveen-Proosdijpolder zuur kan worden. Bevat m.a.w. de derrie niet te veel pyriet en zwavel, zoodat zij aan de lucht blootgesteld zijnde, zuur wordt, tengevolge van de oxydatie der pyriet en der zwavel tot ijzersulfaat en zwavelzuur?” Ter vergelijking met deze derrie heeft VAN BEMMELEN twee monsters zwarte aarde uit den Maarsseveen-Tienhovenschenpolder op schadelijke zwavelverbindingen onderzocht. Om nu te berekenen, zegt VAN BEMMELEN, „of deze pyriet en zwavel gevaarlijk kunnen worden, moeten wij de gansche hoeveelheid zwavel vergelijken met de hoeveelheid aanwezige kalk en magnesia, natuurlijk na die hoeveelheden in aequivalenten te hebben omgerekend, omdat de kalk en de magnesia het zwavelzuur kunnen vastleggen en onschadelijk maken.” Het resultaat — op milligram-equivalenten (zie blz. 53) omgerekend — is in de volgende tabel neergelegd.

100 gram grond (droge stof) bevatten milligram equivalenten:	Vinkeveen—Proosdij (derrie).			Maarsseveen—Tienhoven (zwarte aarde).	
	1	2	3	1a	1b
$\text{CaO} + \text{MgO}$	154	158	139	119	125
SO_3	224	130	120	45	48
meer of minder kalk en magnesia dan zwavelzuur	— 74	28	19	74	77

Bij de opgave zijner cijfers maakt VAN BEMMELEN een fout. Hij geeft n.l. op, dat de monsters 2 en 3 uit den Vinkeveen-Proosdijpolder meer zwavelzuur dan kalk + magnesia bevatten. Het is juist omgekeerd. Alleen monster 1 bevat minder kalk en mag-

nesia dan voor de neutralisatie van al het zwavelzuur noodig is.

VAN BEMMELEN trekt nu de volgende conclusies:

1°. dat de bebouwde en vruchtbare aarde uit den Maarsseveen-Tienhovenschenpolder nog maar weinig zwavel en hoogstens een spoor pyriet bevat, terwijl de derrie uit den Vinkeveen-Proostdijpolder betrekkelijk veel bevat;

2°. dat de derrie uit den Vinkeveen-Proostdijpolder (dit moet dus zijn N°. 1 van deze derriemonsters) bij oxydatie werkelijk eenig gevaar zou kunnen opleveren om haar pyriet- en zwavelgehalte, indien de oxydatie van die zwavel snel mocht gaan. Konden wij nu aannemen, gaat dan VAN BEMMELEN voort, „dat de zwarte aarde uit den Maarsseveen-Tienhovenschenpolder oorspronkelijk ook evenveel pyriet en zwavel bevat heeft, terwijl wij thans nog dezelfde hoeveelheid kalk daarin vinden, als in de derrie van den Vinkeveen-Proostdijpolder, dan zouden wij mogen besluiten tot de gevaarloosheid van dat zwavelgehalte”.

VAN BEMMELEN ziet hier geheel het volgende over het hoofd. Wanneer de monsters zwarte aarde 1a en 1b vroeger meer zwavel bevat hebben (dan ongeveer 45 à 48 mE), dan moet hun kalkmagnesiagehalte ook overeenkomstig hoger geweest zijn. Het bij de oxydatie van de zwavelverbindingen ontstane zwavelzuur kan immers alleen uit den bodem verdwijnen in den vorm van een zwavelzuurzout van Ca, Mg, eventueel van K, Na. Is deze laatste redeneering juist, dan is er in den grond van den Maarsseveen-Tienhovenschenpolder, ook toen deze nog rijk aan zwavel was, altijd meer kalk + magnesia dan zwavelzuur voorhanden geweest. Dat dit bij de derrie N°. 1 niet het geval is, maakt deze derrie tot een vrij gevaarlijke stof.

Verder is er natuurlijk op de redeneering van VAN BEMMELEN nog dit aan te merken, dat de grond niet al de kalk en de magnesia, in dit geval in hoofdzaak uit het humuscomplex, beschikbaar kan stellen voor de neutralisatie van het zwavelzuur, zonder zelf zuur te worden. Trouwens VAN BEMMELEN merkt (blz. 17) reeds op „dat we in het oog moeten houden, dat de bodem slechts een deel van zijne kalk en magnesia aan het zwavelzuur afstaat”. Men mag dus bij de beantwoording van de vraag of de derrie zuur kan worden feitelijk niet alle aanwezige kalk en magnesia tegenover al het zwavelzuur stellen. Aan den anderen kant neemt VAN BEMMELEN de twee andere basen (kali en natron) niet in de berekening op. Ten slotte is echter de weg door VAN BEMMELEN ingeslagen de eenige, die ons in staat stelt althans eenigszins een indruk te krijgen van de kansen, die de derrie heeft om bij oxydatie zuur te worden. En ik ben dus wel verplicht ook hier de voetsporen van VAN BEMMELEN te volgen. Ik heb echter niet alleen geen kali en natron, maar zelfs geen magnesia bepaald en moet mij dus vergenoegen met van het kalkgehalte het gehalte aan totaal-zwavelzuur, beide cijfers in equiva-

lenten uitgedrukt, af te trekken. Deze verschillen zijn in de tabellen 3 en 4 (blz. 48 en 51) opgenomen.

In de eerste plaats merk ik nu op, dat het gehalte aan zwavelzuur slechts bij één monster het kalkgehalte overtreft. Het is N°. 15, rubriek A3 (yenige gronden), van plek 1 in den Horstermeerpolder en wel de ondergrond op 25—50 c.M. diepte. Dit monster bevat 48,6 pct. organische stof, 18,9 pct. klei, 32,5 pct. zand, 0,59 pct. kalk en 1,79 pct. totaal SO_3 . Gelukkig is het gehalte aan in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen (tabel 3, sub XIII, A3) slechts 1,234 (op SO_3 omgerekend). De zuurheid van dezen grond is minder te wijten aan het hooge zwavelgehalte dan wel aan het lage kalkgehalte. Een matige kalkbemesting zal deze zuurheid hier al op voldoende wijze kunnen tegengaan.

Overigens overtreft bij alle Vechtmonsters het kalkgehalte het gehalte aan zwavelzuur, waarvoor ik verwijs naar de cijfers sub 24 in tabel 4 (blz. 52). Ter vergelijking mogen hier de gronden uit den Kockengerpolder aangehaald worden, die ook op totaal-zwavel onderzocht zijn. Zij zijn met hun gehalte aan organische stof van 32,4 pct. en 26,7 pct. (zie tabel 7, blz. 58) wel eenigszins met de Vechtmonsters A2, B en A3 te vergelijken. De overmaat aan kalk bij de Kockengergronden bedraagt 33,6 en 49,4, terwijl deze cijfers bij de Vechtgronden bedragen 38,2—36,1 en 55,4. Wanneer ik nog bedenk, dat de gronden uit Kockengen — voor zoover mij althans bekend is — geen last van zuur-worden hebben en blijkens de hooge P-waarden ook blijkbaar in voldoende conditie zijn, dan is de gevolgtrekking gerechtvaardigd, dat men zich over de onderzochte Vechtgronden niet ongerust behoeft te maken. Trouwens in dit opzicht heb ik nooit klachten over de gronden uit den Bethune- en den Horstermeerpolder vernomen.

Wanneer dan een overmaat van ongeveer 30 à 50 milligram-equivalenten kalk boven totaal-zwavelzuur voldoende is, dan staan de baggers C en D met een overmaat van 61,9 en 71,1 (tabel 4, blz. 51, N°. 24) er zeker gunstig voor. Deze cijfers komen overeen met de waarden, die VAN BEMMELEN voor de gronden 1a en 1b uit den Maarsseveen-Tienhovenschenpolder aangeeft.

Bij dit alles is verder te bedenken, dat de gronden en de baggers ook nog MgO , K_2O en Na_2O bevatten. Uit de cijfers van VAN BEMMELEN en uit mijne cijfers van de gronden uit Kockengen en Spengen bereken ik, dat op 100 milligram-equivalenten kalk gemiddeld 23 milligram-equivalenten magnesia in deze bodemtypen voorkomen. Telt men deze bij de kalk-equivalenten in tabel 3 (blz. 48) op, dan is het resultaat als volgt:

TABEL 15.

100 gram droge stof bevatten milligram- equivalenten.	A 1	A 2	B	A 3	C	D	A 4
	zand- grond.	humus- houdend zand	legakker- grond.	venige grond.	bagger.	bagger.	veen- grond.
Ca O + Mg O	30,7	58,2	85,2	105,3	153,6	153,4	129,8
totaal SO ₃	0	9,1	33,2	30,2	63,0	53,6	30,8
meer kalk en magnesia dan zwavelzuur . . .	30,7	49,1	52,0	75,1	90,6	99,8	99,0

De conclusie is dus deze, dat de baggermonsters en de gronden van de legakkers voldoende rijk aan kalk (en magnesia) zijn om het zwavelzuur, dat zich bij oxydatie van de zwavelverbindingen vormt, te neutraliseeren, zonder dat daarbij direct gevaar voor het zuurworden van den bodem bestaat. Het is hierbij eene gelukkige omstandigheid, dat de zwavelverbindingen voor verreweg het grootste gedeelte in den in zoutzuur onoplosbaren vorm voorkomen. Men moet echter wel bedenken, dat de basen — en daaronder in de eerste plaats de kalk — die voor neutralisatie van dit zwavelzuur noodig zijn, aan het humus- (eventueel aan het klei-) complex onttrokken worden. Met het oog op de groote rol, die de kalk ook bij de humificatie van de organische stof speelt, dient men steeds de wenschelijkheid van eene kalkbemesting te overwegen. Blijkt inderdaad eene kalkbemesting noodig te zijn, dan kan deze — gezien de langzame oxydatie van de in zoutzuur onoplosbare zwavelverbindingen — zeer geleidelijk in kleine hoeveelheden gegeven worden. In dit verband zij nog opgemerkt, dat het zaak zal zijn de phosphorzuurbemesting, waaraan alle Vechtgronden dringend behoefte hebben, althans in den aanvang in den vorm van thomasslakkenmeel en niet in den vorm van superphosphaat te geven. Men zij er intusschen steeds op verdacht, dat een te veel aan kalk schadelijk werken kan.

§ 19. *Is voldoende bagger en legakkergrond aanwezig voor de vorming van een bouwvoor van voldoende diepte?*

Nadat we dus in de vorige paragrafen hebben vastgesteld, dat de bagger en de legakkergrond voldoende rijk aan voedende bestanddeelen is, op phosphorzuur en kali na; dat de organische stof van de baggers en de gronden in voldoende mate gehumificeerd is en ten slotte, dat de schadelijke zwavelverbindingen niet in die mate aanwezig zijn, dat gevaar voor het zuurworden van den drooggelegden bodem bij oordeelkundige behandeling in de toekomst bestaat, blijft ons thans nog de vraag over of

er voldoende bagger en legakkergrond voorhanden is om door menging met het onderliggende zand een bouwvoor van voldoende diepte te geven. Ik meen te kunnen volstaan met deze vraag voor die gedeelten van het terrein te beantwoorden, waar zich geen legakkers meer bevinden, dus voor de eigenlijke plassen. Op de plekken, waar de legakkers zijn, is uit den aard der zaak na de drooglegging veenmassa in overvloed voor de vorming van een bouwvoor van voldoende diepte aanwezig. Op sommige plekken komt zelfs eene zoo groote hoeveelheid legakkergrond (rubriek *B*) voor, dat deze met de bagger bij de legakkers (rubriek *C*) op zich zelf reeds een bouwvoor van voldoende diepte geeft. Deze bouwvoor zal dan door vermenging van *B* met iets *C* een gehalte aan organische stof krijgen, dat iets hooger dan 42 pct. (gemiddelde van rubriek *B* is 41,6 pct.) ligt, een waarde, die nog niet te hoog is. Mochten er op deze wijze echter op sommige plekken bouwgronden met een te hoog humusgehalte ontstaan, dan ware het gehalte aan minerale bestanddeelen door bezanden te verhoogen.

Het gaat dus verder alleen nog over de vraag, hoe diep de humushoudende bouwvoor is, die men door menging van de baggerlaag met het onderliggende zand vormen kan. De vraag is op deze wijze nog willekeurig gesteld, omdat er niet in opgenomen is de eisch, waaraan deze bouwvoor moet voldoen. Ik zal de vraag daarom als volgt nader omschrijven. Ik stel mij ten doel door vermenging van de bagger met het onderliggende diluviale zand een zwarte aarde te verkrijgen, die in samenstelling ongeveer het midden houdt tusschen de onderzochte humushoudende zandgronden (rubriek *A2* van de Vechtgronden; rubriek *E* van de Koekoekgronden; verder de bovengronden van Spengen en Kockengen). De vraag is dan hoe diep deze bouwvoor op de verschillende bemonsterde plekken in de plassen zal worden. Ter beantwoording van deze vraag moet ik echter behalve de samenstelling van de bagger ook die van het diluviale zand kennen. Nu is het onder de bagger liggende diluviale zand niet onderzocht. Het zal echter in samenstelling wel ongeveer met de zandgronden rubriek *A1* overeenkomen.

Voor de gevraagde berekening moet gebruik gemaakt worden van de cijfers N°. 13 tot en met 20, voorkomende in de tabel 4 (blz. 51), welke aangeven hoeveel K.G. van elk der bestanddeelen in 100 d.M³. aanwezig is. Door vermenging van 30 d.M³. zandgrond (rubriek *A1*) met 200 d.M³. bagger (rubriek *D*) wordt een mengsel verkregen van de volgende samenstelling (zie tabel 16):

TABEL 16.

Aanwezig K.G.	In 200 d.M ³ . bagger (D).	In 30 d.M ³ . zand (A 1).	In het mengsel.	In procenten bevat de droge stof.	
				van het mengsel.	van rubriek A 2.
droge stof.	19,0	42,45	61,45	100	100
organische stof. . . .	14,20	1,14	15,34	24,96	20,2
zand (fractie IV + III) .	2,0	39,36	41,36	67,31	59,4
klei (fractie II + I) . .	2,8	1,95	4,75	7,73	20,4
stikstof (N)	0,408	0,055	0,463	0,75	0,70
phosphorzuur (P ₂ O ₅) .	0,022	0,017	0,039	0,06	0,10
kalk (Ca O)	0,666	0,297	0,963	1,57	1,33

Bij vergelijking van de droge stof van het mengsel (tabel 16) met die van de gronden rubriek A 2, blijkt het humusgehalte en eveneens het stikstofgehalte van het mengsel iets hoger te zijn (25 pct. tegen 20 pct. humus en 0,75 tegen 0,70 pct. N). Ik heb dit met opzet zoo genomen, omdat er na de drooglegging eenig verlies van organische stof zal plaats vinden. Hierbij heeft men het voordeel, dat de P-waarde van het mengsel, die slechts 3 is, door de ontleding van de organische stof stijgt. Het gehalte aan kalk is in het mengsel grooter dan in A 2 (1,57 pct. tegen 1,33 pct.). Het mengsel bevat heel wat minder klei dan A 2 (7,7 pct. tegen 20,4 pct.), waarmede het zeer geringe phosphorzuurgehalte van 0,06 pct. wel in verband zal staan. En aangezien de A 2-gronden met hun gehalte van 0,1 pct. P₂ O₅ al ongunstig tegen gronden van hetzelfde type afstaken en dergelijke gronden met 0,25 à 0,3 pct. phosphorzuur (Koekoek, Spengen) zelfs nog dankbaar voor eene phosphorzuurbemesting zijn, is het dringend noodig de aandacht op de phosphorzuurbemesting van de gronden in de drooggelegde plassen te vestigen. Deze raad geldt eveneens voor de gronden, die door vermenging van den leg-akkergrond (rubriek B) met bagger C en eventueel met zand gevormd zullen worden. Want wel is de droge stof van de leg-akkergronden rijker aan phosphorzuur (0,18 pct.) maar de gronden zijn vrij nat en bevatten per 100 d.M³. (tabel 4, blz. 51, sub N^o. 19) slechts 0,072 K.G. P₂ O₅. Een van de eerste eischen voor de nieuwe gronden is eene flinke bemesting met phosphorzuur als thomasslakkenmeel. Trouwens ook voor de gronden in den Bethune- en Horstermeerpolder is deze raad te geven.

Het volgens tabel 16 bereide mengsel weegt totaal (dus 230 d.M³.) $2 \times 102,5 \text{ K.G.} + 0,3 \times 168,4 \text{ K.G.} = 255,5 \text{ K.G.}$ en aangezien het 61,45 K.G. droge stof bevat, is nog 194 K.G. water aanwezig. Wanneer het indroogt tot ongeveer hetzelfde

vochtgehalte als de gronden van rubriek A 2 gemiddeld bezitten, dan moet het mengsel ongeveer 140 K.G. water verliezen. Men krijgt dan een grond, die tegen 54 K.G. water 61,45 K.G. droge stof bevat, dat is dus 53,3 pct. droge stof. Een dergelijke grond kan ook ongeveer hetzelfde volumegegewicht als A 2 bezitten; m.a.w. de oorspronkelijke 230 d.M³. van het mengsel, die 255,5 K.G. wogen, drogen in tot 100 d.M³. met een gewicht van ongeveer 115 K.G. Volgens deze berekening geeft dus een baggerlaag van 2 d.M. dikte met 0,3 d.M. zand gemengd een zwarte aarde van 1 d.M. = 10 c.M. dikte, die in samenstelling vrijwel met A 2 overeenkomt. In tabel 17 is een overzicht opgenomen van de dikte der baggerlagen, ter plaatse waar de monsters genomen zijn. De laatste kolom geeft de dikte van de bouwvoor aan.

TABEL 17.

Vecht-monsters n ^o .	Polder, waar de bagger genomen is.	Plek n ^o .	Ligging van de bemonsterde plek.	Dikte van de baggerlaag in d.M.	Dikte van de bouwvoor in c.M.
26	Loenerveensche polder.	1	Westzijde . . .	17	85
27		2	Oostzijde . . .	6	30
28		3	Noordzijde . . .	8,5	42,5
29		4	Zuidzijde . . .	15,5	77,5
37	Kortenhoefsche polder.	3	Wijdeblik (O.Z.) .	4,5	22,5
38		4	Westzijde . . .	8	40
43		7	Wijdeblik (N.Z.) .	8,5	42,5
44		8	" (Z.W.Z.) . . .	14,5	72,5
45		9	" (W.Z.) . . .	17,0	85
46	Loosdrechtsche en Breukelerveensche polders.	1	Schinkeldijk . .	23	115
47		2	Loosdrecht . . .	13	65
49		4	Breukelerveen (Westz.) . . .	21	105
50		5	Breukelerveen (Westz.) . . .	10	50
75		9	bezuiden Oost-Loosdrecht . .	9	45
76		10	beoosten Muieveld	6	30
77		11	Breukelerveen (Oostz.) . . .	7	35
82		14	bewesten Muieveld	17	85
59	Stichtsch-Ankeveensche polder.	2	Westzijde . . .	11	55
60		3	Noordwestzijde .	13	65

Een achttal plekken geeft een bouwvoor van minder dan 50 c.M. Van deze plekken liggen de drie in den Kortenhoefschen polder (plek 3, 4 en 7) in de onmiddellijke nabijheid van talrijke legakkers, evenals plek N^o. 9 in den Loosdrechtschen polder

bezuiden Oost-Loosdrecht. Er blijven dus slechts een viertal plekken over (Loenerveensche polder Oosten en Noorden; Loosdrecht-Breukelerveensche polder plek 10 en 11, in den omtrek van Muieveld) waar een humushoudende bouwvoor van ongeveer 30 à 40 c.M. dikte te vormen is.

Voor zoover dit uit de gegevens besloten mag worden, is de conclusie dus deze, dat er in het geheele gebied voldoende bagger en legakkergrond aanwezig is om een humushoudende bouwvoor van behoorlijke dikte te verkrijgen. Slechts op enkele plaatsen gelegen in het Noord-Oosten van den Loenerveenschen polder en in den omtrek van Muieveld komt wat minder bagger voor, zoodat de humushoudende bouwvoor daar ongeveer 30 à 40 c.M. dik zou zijn.

Bij deze conclusie is nog te overwegen, dat ook vrij zandige gronden — mits gunstig gelegen — een hooge waarde kunnen hebben. Ik heb hierop reeds op blz. 68 de aandacht gevestigd en kom er in het volgende hoofdstuk IV (§ 26) over „Cultuurmaatregelen” op terug.

Naschrift. De heer Prof. J. ELEMA te Assen, aan wien ik een gedeelte van het manuscript ter inzage zond, maakte naar aanleiding van de berekening in deze paragraaf gegeven, de opmerking, dat de gronden wel niet op de bovenaangegeven wijze in cultuur gebracht zouden worden. Men zal geen bagger met zand tot bouwvoren ter dikte van 30, 50 en zelfs meer c.M. vermengen, doch eenvoudig het zand uit de sloten en kanalen, die ter ontwatering gegraven moeten worden, met de bovenste baggerlaag vermengen, tot een bouwvoor ter dikte van ongeveer 25 c.M. verkregen is. Volgens de berekening op blz. 87 geeft een baggerlaag ter oorspronkelijke dikte van 5 d.M. met een laag zand van 0,75 d.M. vermengd, na voldoende indrogen, een humushoudende bouwvoor ter dikte van 25 c.M., die in samenstelling vrijwel overeenkomt met de humushoudende gronden, waarop in verschillende laagveenpolders met succes de cultuur wordt uitgeoefend. Het zal dan verder de vraag zijn, welke de dikte van de overblijvende veenlaag is, waarop deze bouwvoor komt te liggen. Ten einde dit te berekenen, moeten in de eerste plaats van de cijfers in tabel 17 sub „dikte van de baggerlaag” 5 d.M. afgetrokken worden, die voor de vorming van de bouwvoor noodig zijn. De resteerende baggerlaag zal na de drooglegging en bij de verdere ontwatering nog water verliezen. Ik neem hierbij aan, dat ze indroogt tot een vochtgehalte, overeenkomende met de ondergronden van de laagveenpolders (tabel 4, rubriek A 4). Uit tabel 4 volgt, dat bij het indrogen uit ongeveer 2 d.M. bagger 1 d.M. veengrond ontstaat van een vocht- en droge stof-gehalte, overeenkomende met dat van A 4. Op enkele uitzonderingen na, blijkt dan de onder de bouwvoor aanwezige veenlaag van voldoende dikte te zijn. Intusschen laat ik de verdere uitwerking van dit vraagstuk gaarne aan meer deskundige practici over.

§ 20. *Algemeene conclusies.*

In de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht ligt op een bodem van diluviaal zand een baggerlaag van ongeveer 6 tot 23 d.M. dikte, terwijl in sommige gedeelten nog legakkers voorkomen. Na de drooglegging zal de nieuwe bodem bestaan uit een mengsel van dit zand met de bagger en met den legakkergrond.

De organische stof van de baggers en van de legakkergronden bevindt zich reeds thans in een zóódanigen ontledingstoestand, dat verwacht mag worden, dat zij — na de drooglegging van de plassen bij ruime toetreding van de luchtzuurstof — vrij spoedig in een goed gehumificeerde massa zal overgaan. Ook het nitrificatieproces van de organische stikstofverbindingen zal onder deze omstandigheden niet te langzaam verlopen. Nadere onderzoekingen zullen moeten uitwijzen, of het noodig is dit humificatie- en nitrificatieproces door oordeelkundige bemesting met stalmest te ondersteunen en zoo ja, in welke mate.

Er is overal in de plassen eene voldoende hoeveelheid bagger en legakkergrond aanwezig, om bij vermenging met het diluviale zand een bouwlaag van 25 c.M. dikte te verkrijgen, die in samenstelling vrijwel overeenkomt met de humushoudende gronden, waarop in verschillende laagveenpolders (Bethunepolder, Horstermeerpolder, Spenger- en Kockengerpolder, De Koekoek, Het Zwijnsleger, Duitsche Niederungsmoore) met succes de cultuur uitgeoefend wordt. Onder deze bouwvoor komt in de meeste gevallen een veenlaag van voldoende dikte te liggen.

De nieuwe humushoudende zandgronden bezitten een voldoende gehalte aan organische stof, stikstof en kalk; hun gehalte aan phosphorzuur en kali is laag, het kleigehalte is niet hoog. Koolzure kalk is niet aanwezig. Zonder geregelde bemesting met phosphorzuur- en kalihoudende meststoffen zal eene goede cultuur op deze gronden niet mogelijk zijn. In dit opzicht komen de nieuwe gronden echter met de gronden in de andere veenpolders overeen.

De baggers en legakkergronden zijn voldoende rijk aan basische bestanddeelen (kalk, magnesia, kali, natron) om het zwavelzuur, dat zich na de drooglegging bij de toetreding van de luchtzuurstof door de oxydatie van de zwavelverbindingen vormt, te neutraliseeren, zonder dat daarbij direct gevaar voor het zuurworden van den bodem bestaat en dit te meer niet, omdat de zwavelverbindingen grootendeels in den in zoutzuur onoplosbaren vorm voorkomen. Intusschen zal men toch goed doen te bedenken, dat de basen, die voor de neutralisatie van het zwavelzuur moeten dienen, aan het humuscomplex onttrokken worden. Met het oog op de groote rol, die de kalk ook in ander opzicht, o.a. bij het humificatie- en het nitrificatieproces speelt, mag de wenschelijkheid van een kalkbemesting niet uit het oog verloren worden. In dit verband verdient het aanbeveling althans in de eerste jaren

na de drooglegging, de phosphorzuurbemesting in den vorm van thomasslakkenmeel te geven. Men zij er evenwel steeds op verdacht, dat in deze sterk humushoudende gronden — reeds lang vóór de bodemzuren geneutraliseerd zijn — een teveel aan kalk kan voorkomen, waardoor de bacteriologische processen in den bodem waarschijnlijk op een voor den plantengroei schadelijke wijze beïnvloed worden. Geregeld dient men zich dus van den bemestingstoestand van het land op de hoogte te houden ⁵⁴).

HOOFDSTUK IV.

Cultuur-maatregelen.

In ons land treft men talrijke polders aan, waar de bodem uit laagveen bestaat. Ook zijn in den loop der eeuwen vele lage venen verveend en later drooggelegd. Wanneer ooit besloten mocht worden tot de drooglegging van de plassen ten Oosten van de Vecht, dan zal men dus aangaande de voorzorgsmaatregelen, die bij het in cultuur brengen genomen moeten worden, in ons eigen land voldoende zijn licht kunnen opsteken. Ik zou mij dus hier van het geven van practischen raad kunnen onthouden, te meer waar dit minder op mijn weg ligt. Ik heb echter den indruk gekregen, dat het toch wel zijn nut kan hebben, enkele algemeene gezichtspunten wat naar voren te brengen. Natuurlijk beperk ik mij daartoe in hoofdzaak tot de bodemkundige zijde van de vraagstukken, die zich bij het in cultuur brengen van veengronden voordoen. Daarna worden nog enkele opmerkingen gemaakt over de cultuur in enkele van onze Nederlandsche laagveenspolders. Hen, die zich op de hoogte willen stellen van alles, wat er bij het in cultuur brengen van veenen veenachtige gronden kijken komt, kan ik de lezing van de volgende twee werken aanbevelen: Handbuch der Moorkultur von Prof. Dr. CONRAD VON SEELHORST, Göttingen en Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden von Dr. M. FLEISCHER, Bremen (zie de noten N^o. 44 en N^o. 9). Uit beide werken worden in de volgende paragrafen hier en daar aanhalingen gedaan.

§ 21. *Cultuurmaatregelen, in het algemeen op laagveengronden te nemen.*

Ik versta onder laagveengronden gronden, die uit laagveen bestaan, met meer of minder minerale bestanddeelen bijgemengd. Uit den aard der zaak zijn hier geen bepaalde grenzen op te geven. De gronden moeten echter zóó rijk aan organische stoffen zijn, dat de organische stof in hoofdzaak het bodemtype bepaalt; verder mag het kleigehalte niet zóó naar voren treden, dat dit een overwegenden invloed op de bodemeigenschappen uitoefent.

Ik heb reeds opgemerkt, dat de laagveen-humus een voldoende hoeveelheid stikstof en kalk bevat, terwijl kali en phosphorzuur gewoonlijk slechts in geringe hoeveelheden aanwezig zijn. Hieruit volgt, dat de laagveengronden in het algemeen niet geregeld met stikstof en kalk bemest behoeven te worden (v. S., 192). Alleen wanneer het veen minder goed vergaan is of wanneer het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen zóó groot is, dat gevaar voor verzuring bestaat, kunnen extra kalkbemestingen op

hun plaats zijn. Men dient hierbij echter zeer voorzichtig te werk te gaan en niet te veel kalk in eens te geven (zie noot 54). Overigens is op goeden laagveengrond de kalkbemesting, die de grond met thomasslakkenmeel ontvangt, meestal voldoende om in de kalkbehoefte te voorzien. Ook een stikstofbemesting kan — wanneer de organische stof nog slecht ontleed is — op haar plaats zijn. In dit verband zij op het groote nut van eene regelmatige bemesting met stalmest gewezen. Dierlijke mest is in staat de goede omzetting van nog slecht vergane plantenoverblijfselen in gezonden humus te bevorderen.

Gezien het lage gehalte van laagveengronden aan phosphorzuur en kali ligt eene regelmatige bemesting met deze bestanddeelen voor de hand. Phosphorzuur wordt, althans in de eerste jaren na de drooglegging, het best gegeven in den vorm van thomasslakkenmeel. Bij de kalibemesting moet men rekening houden met de omzettingen, die deze meststof in den bodem ondergaat en die hier in het kort aangestipt mogen worden. Nadat het kalizout, bijv. KCl , in het bodemwater is opgelost, vindt er eene omzetting plaats tusschen de K -ionen uit de bodemoplossing en de kationen, die in het humuscomplex (evtl. in het kleicomplex) in adsorptief gebonden vorm aanwezig zijn, dat zijn dus wel in hoofdzaak calcium-ionen ⁵⁵). Er treedt een evenwichtstoestand in, waarbij in het bodemwater naast KCl ook $CaCl_2$ voorkomt en waarbij het humuscomplex rijker aan adsorptief gebonden kali geworden is. De plantenwortels dekken nu hunne behoefte aan plantenvoedende bestanddeelen gedeeltelijk uit de in de bodemoplossing aanwezige zouten, gedeeltelijk uit den voorraad adsorptief gebonden basen. Het ligt dus voor de hand, dat de kalibemesting alleen goed werkt, wanneer het humuscomplex een voldoende hoeveelheid adsorptief gebonden kalk bevat.

De goede werking van eene phosphorzuur-kalibemesting op veengrond moge uit de volgende cijfers blijken, die ontleend zijn aan een proef van FLEISCHER (zie v. S., 105). De grond wordt als eene „Torfwiese” aangegeven. De eene helft van het perceel werd onbemest gelaten, de andere helft regelmatig met kainiet en thomasslakkenmeel bemest. De opbrengsten zijn opgegeven in „Meterzentner Kleegräs” per H.A.

jaar.	onbemest.	bemest.	meeropbrengst.
1881	118	168	50
1882	111	211	100
1883	77	214	137
1884	165	337	172
1885	157	324	167
1886	109	455	346
som	737	1709	972
gem.	123	285	162
wat overeenkomt met	30,8	71,3	40,5 hooi.

Van belang is vooral de regelmatige stijging van de opbrengst op het bemeste perceel. Het kan eene waarschuwing voor landbouwers zijn, die speciaal met bemestingsproeven op venige graslanden reeds na één jaar de conclusie meenen te kunnen trekken, dat van een meer-opbrengst niets te zien is. Behalve de opbrengst is ook de samenstelling van het hooi nagegaan en op grond van deze analyse-resultaten kan gezegd worden, dat de gegeven kalibemesting zelfs nog onvoldoende geweest is. De met de bemesting gegeven kali is geheel door het meer opgebrachte hooi verbruikt.

Ten slotte dient er bij de beoordeeling van den bemestings-toestand van de veengronden wel heel goed rekening mede gehouden te worden, dat deze gronden — vooral naarmate ze armer aan kleibestanddeelen zijn — ten opzichte van het totaal-beschikbare kapitaal aan plantenvoedingsstoffen er geheel anders dan de kleigronden voorstaan. Veengronden bezitten een hoog gehalte aan water; tengevolge daarvan komt per H.A. aanzienlijk minder droge stof voor dan in kleigronden. De veengronden van rubriek 44 bijv. (tabel 4, blz. 51) bevatten in een laag van 25 c.M. per H.A. slechts 450 000 K.G. droge stof; in kleigronden schat ik dit bedrag op ongeveer 3 miljoen K.G. Hierbij komt, dat de kleigronden naast de meer of minder gemakkelijk assimileerbare plantenvoedende bestanddeelen nog een groot reservekapitaal aan voedingsstoffen in het minder goed verweerde klei-complex bezitten. Een en ander maakt het duidelijk, waarom op veengronden, zelfs bij oogenschijnlijk vrij goede bemesting, toch nog van roofofbouw sprake kan zijn. En het sluit tevens den raad in, om zich op deze gronden meer nog dan op andere gronden door geregelde proefnemingen van den bemestingstoestand van zijn land op de hoogte te houden.

De groote voordeelen echter, die de veengronden ten opzichte van de klei- en zandgronden aanbieden, zijn gelegen — en dit geldt zoowel voor de hoogveen- als voor de laagveengronden — in het gedrag van deze zeer humusrijke grondsoorten ten opzichte van het bodemwater (zie FLEISCHER, 5). Gemakshalve haal ik hier iets uit FLEISCHER aan (blz. 9, 10): „Die Wasserverhältnisse des Moorbodens. Um den durch die Niederschläge nicht gedeckten Anteil des Wasserbedarfs der Wiesenpflanzen liefern zu können, musz natürlich der Boden selbst genügende Wassermengen in sich bergen und fähig sein, den Wasservorrat aus den tieferen, feuchteren Schichten in die an Pflanzenwurzeln besonders reiche und am leichtesten austrocknende Oberflächenschicht hinaufzubefördern. Beide Bedingungen liegen beim Moorboden günstiger als bei allen anderen Bodenarten. Vermöge seiner grossen Wasseraufspeicherungsfähigkeit bildet bei richtiger Behandlung das Moor in seinen tieferen Schichten einen vom Regen und vom Grundwasser gespeisten ausdauerenden Wasserbehälter, aus dem auch die in den obersten Schichten wurzelenden Pflanzen ihren Bedarf schöpfen können. Diese Fähigkeit verdankt der

Moorboden, wie schon unter Frage 1 erörtert wurde, seinen Humusstoffen, die ähnlich anderen „quellbaren“ Stoffen, wie Leim, Stärke, Ton u. a., unter starker Ausdehnung grosze Wassermengen in sich aurnehmen können, und weiterhin seinem Gehalt an engen, „kapillar“ wirkenden Zwischenräumen“. FLEISCHER laat echter zeer terecht volgen: „diese groszen Vorzüge können aber nur dann in die Erscheinung treten, wenn die Wasserverhältnisse im Moor durch zweckmässige Masznahmen richtig geregelt worden sind“.

Men moet intusschen wel bedenken, dat een groot gedeelte van het water zóó sterk in de veensubstantie wordt vastgehouden, dat de planten zich er niet van meester kunnen maken. Duidelijk blijkt dit uit een proefneming met haver op verschillende gronden bij verschillend vochtgehalte. Op veengronden begonnen de planten reeds te verwelken bij 65 pct. water, op humeuze zandgronden eerst bij 6,6 pct. water, op zandige leemgronden bij 5,7 pct. water ⁵⁶⁾.

Gewoonlijk zijn de toestanden in ons land met zijn humied klimaat en lage ligging in de veenpolders wel zóó, dat men over een teveel aan water in den bodem te klagen heeft. Dit teveel aan water kan zelfs zoodanige afmetingen aannemen, dat de bodemporiën nagenoeg geheel en soms zelfs geheel met water gevuld zijn. Onder deze omstandigheden kan de luchtzuurstof den bodem niet binnendringen; koolzuur en mogelijk ook schadelijke ontledings- en afscheidingsproducten van de planten ⁵⁷⁾ hoopen zich op en belemmeren den plantengroei. Het is niet zoozeer het water als wel de slechte bodemluchtventilatie, die hier een rol speelt. Stroomend water, dat zuurstof bevat, doet de weideplanten weinig kwaad ⁵⁸⁾.

Een gebrek aan water zal, vooral in de lage gedeelten van ons land, in veenpolders wel zelden voorkomen, iets wat men in den drogen zomer van het jaar 1911 goed heeft kunnen constateeren. Gebrek aan water kan optreden als het land te sterk ontwaterd wordt. In dit verband moet men er rekening mee houden, dat de veengronden hun water des te beter loslaten, naarmate de organische stoffen beter ontleed zijn. Het kan dus voorkomen, dat een draineersysteem, dat in het oorspronkelijk minder goed vergane veen goed voldeed, na eenigen tijd te sterk ontwaterend werkt. FLEISCHER waarschuwt speciaal voor eene te sterke ontwatering van „Moorflächen, die früher zum Torfstich benutzt worden sind, und bei denen der lockere Torfabraum den Kulturboden bildet“ (blz. 14). Bij te intensieve ontwatering kan de veensubstantie zoo sterk indrogen, dat ze in een fijne poederachtige stof overgaat, die nagenoeg niet meer in staat is water op te nemen (Fl., 11).

Ik besluit deze paragraaf met de volgende aanhalingen uit FLEISCHER (blz. 13 en 19): „Als vornehmstes Erfordernis für den Moorbirt ergibt sich, mit allen Mitteln eine *Beherrschung des Wassers* anzustreben“; en „Immer ist zu bedenken, dasz

trotz vieler gelungener Anlagen die Frage der Moordrainage noch mancher Aufklärung bedarf, und es bei grösseren Unternehmungen durchaus geboten ist, sich der Hilfe erfahrener Drain-techniker zu versichern”.

Nederlandsche toestanden.

§ 22. *Algemeene opmerkingen. Samenstelling van hooimonsters, afkomstig van weiden op veengronden.*

Reeds eenige jaren geleden ⁵⁹⁾ heb ik er op gewezen, dat de toestand, waarin vele van onze laagveenpolders verkeerden, verre van rooskleurig is. De oorzaken van dezen slechten toestand komen ongetwijfeld voor een deel op rekening van de onvoldoende bemesting, maar ze zijn toch grootendeels te zoeken in misstanden op het gebied van de regeling van den waterstand. Tengevolge van deze misstanden is de gemiddelde grondwaterstand in vele laagveenpolders te hoog, terwijl zelfs vele landerijen soms maanden achtereen onder water staan. Dat onder dergelijke omstandigheden geen groote oogsten verkregen kunnen worden, ligt voor de hand. Ik wees er toen verder op, dat de slechte cultuurtoestanden niet alleen van invloed waren op de opbrengst, maar ook op de samenstelling van den oogst en ik toonde dit nader aan de hand van de samenstelling van verschillende hooimonsters aan. Aangezien ik binnen afzienbaren tijd er wel niet toe komen zal de analyseresultaten van de talrijke onderzochte hooimonsters tot eene afzonderlijke publicatie te verwerken, mogen hier enkele cijfers van op veengronden gewonnen hooi volgen. (Zie ook noot 10).

De hooimonsters zijn afkomstig uit Portengen (Utrecht) en uit twee Overijsselsche polders. De gegevens over de laatste monsters zijn door den toenmaligen Rijkslandbouwleeraar voor Overijssel S. L. LOUWES verstrekt.

1. Portengen (Utrecht). De grond is weinig, zwak zuur, bevat geen pyriet. Op droge stof bevat de grond (resp. bovengrond en ondergrond) in procenten: organische stof 41,6 pct. en 54,4 pct.; stikstof 1,56 pct. en 2,06 pct.; phosphorzuur 0,24 pct. en 0,16 pct.; kali 0,25 pct. en 0,29 pct.; kalk 1,03 pct. en 1,11 pct.; magnesia 0,24 pct. en 0,24 pct. Wat het gehalte aan organische stof betreft, is de grond uit Portengen te vergelijken met de Vechtgronden rubriek B en A3 (zie tabel 4, blz. 51). De Portengergrond is armer aan kalk, doch rijker aan phosphorzuur dan de Vechtgronden. Wanneer de analyseresultaten van het Portengerhooi nu al op een groot gebrek aan phosphorzuur in den Portengergrond wijzen, dan geldt dit in nog hoogere mate voor de phosphorzuurarmere Vechtgronden. Het hooi is gewonnen in het jaar 1910.

2. Barsbekerbinnenpolder (Overijssel). De afwatering van de-

zen polder is zeer slecht en de gronden lijden dientengevolge in hooge mate aan overlast van water. In het jaar 1914 zijn twee monsters hooi onderzocht.

a. Dit monster is afkomstig van het Rijksproefveld ⁶⁰⁾. Het terrein heeft tot Mei 1914 onder water gestaan en vanaf Mei tot het hooien is het grondwater geruimen tijd niet lager geweest dan 15 c.M. beneden maaiveld. De zode bestaat voor het grootste deel uit carex-soorten; er zijn weinig goede grassen aanwezig. De grondsoort is veen, bedekt door een kleiachtige laag van gemiddeld 30—60 c.M. dikte.

b. Dit hooimonster is afkomstig van een hooger gelegen perceel, dat bemest werd in 1907 met koemest, in 1908 en 1911 met kunstmest en in 1913 weer met koemest.

3. In het waterschap Hasselt—Zwartsluis zijn in het jaar 1914 twee hooimonsters genomen.

a. Hooimonster, afkomstig van een perceel laagveen, dat een groot deel van het jaar onder water staat; geschatte opbrengst circa 2200 K.G. hooi.

b. Hooimonster, afkomstig van veenachtigen, slibhoudenden grond, die alleen bij hoogen waterstand onderloopt. Geschatte opbrengst circa 4000 K.G. hooi.

TABEL 18.

Samenstelling van hooimonsters afkomstig uit:	Gehalten van het hooi in procenten (omgerekend op een vochtgehalte van 15 pct.).		
	P ₂ O ₅ .	Ca O	K ₂ O.
1) Portengen	0,19	0,46	0,89
2) Barsbekerbinnenpolder { $\begin{matrix} a & . & . & . & . & . \\ b & . & . & . & . & . \end{matrix}$	0,19	0,57	1,44
	0,39	0,60	1,71
3) Waterschap Hasselt—Zwartsluis { $\begin{matrix} a & . & . \\ b & . & . \end{matrix}$	0,11	0,73	1,15
	0,48	1,07	1,07

Ter beantwoording van de vraag, wat deze cijfers ons leeren aangaande den bemestingstoestand van de gronden, waarvan de hooimonsters afkomstig zijn, kan ik niet beter doen dan de volgende uitspraak van TACKE aan te halen ⁶¹⁾: „Die Düngerbedürftigkeit einer Moortwiese kann man nach dem Gehalte des auf ihr geernteten Heus an Kali und Phosphorsäure nicht mit voller Sicherheit ermitteln. Sinkt jedoch der Gehalt des Heus

an diesen Nährstoffen wesentlich unter die Werte von 2 pct. für Kali und 0,65 pct. für Phosphorsäure, so hat man allen Grund, die bisherige Düngung der Moorbiesen zu prüfen". Of deze gehalten, vooral dat van 0,65 pct. voor P_2O_5 , niet wat te hoog genomen zijn, laat ik hier in het midden, vast staat wel dit, dat de samenstelling speciaal van de hooimonsters 1, 2a en 3a op een slechten bemestingstoestand van het land wijzen. Door oordeelkundige bemesting zal echter niet alleen de hooiopbrengst stijgen, maar het hooi zal tevens eene betere samenstelling verkrijgen. Hooi met slechts 0,5 à 0,6 pct. kalk en 0,1 à 0,2 pct. phosphorzuur veroorzaakt licht rachitis en oefent verder in het bijzonder een nadeeligen invloed uit op de melkproductie ⁶²).

Hoezeer intusschen deze landerijen ook behoefte mogen hebben aan eene betere bemesting, vóór alles dient toch de afwatering, speciaal van de Overijsselsche polders, verbeterd te worden. Ik zou zelfs niet gaarne willen adviseeren geld voor bemestingsdoel-einden uit te geven, vóór en al eer afdoende maatregelen voor eene betere bemaling genomen zijn.

Het zal uit het bovenstaande duidelijk zijn, dat de Vechtgronden — die er wat hun phosphorzuurgehalte betreft niet beter voorstaan dan de Portengergrond — naast eene bemesting met stalmest en kali, in de eerste plaats eene phosphorzuurbemesting noodig zullen hebben, om eene voldoende hoeveelheid hooi van goede samenstelling op te brengen ⁶³).

§ 23. De polders Kockengen en Spengen (Utrecht).

Over de eigenaardige wijze, waarop in deze polders de landerijen bemest worden, schreef ik reeds in het jaar 1911 als volgt ⁴⁰): „Om de twee jaar (soms om de drie jaar) wordt het land bemest met een mengsel van bagger uit de slooten en stalmest of van bagger met straatvuil, afkomstig van de belt te Utrecht. Uit een onderzoek is gebléken, dat deze bagger niets anders is dan ingespoelde aarde, vermengd met resten van planten. Men meent wel, dat de bagger groeit, maar een feit is het, dat de bagger niet groeit in een sloot, waarin niet gevaren wordt; door den golfslag wordt de veenmassa van den kant der veenslooten afgekabbeld. Ook het scheikundig onderzoek toonde aan, dat eene bemestende werking van deze bagger niet uitgaat." Op grond van deze overwegingen stelde ik toenmaals reeds de vraag, of deze wijze van bemesting wel practisch was en of eene bemesting met kunstmest (meer bepaaldelijk met phosphorzuur en kali) naast stalmest niet de voorkeur verdiende. In dit verband haal ik hier het volgende uit een schrijven van den Rijkslanbouwleeraar voor de provincie Utrecht C. K. VAN DAALEN van 23 November 1911 aan: „De mestbereiding in dat gedeelte van mijn ambtsgebied geschiedt op eene zeer eigenaardige manier; gedurende den geheelen winter wordt de geproduceerde vaste mest naar het land gevaren en daar met bagger of met grond,

die niet zelden opzettelijk van de slootkanten wordt afgestoken, vermengd. Aanhoudend moet de massa worden omgezet, wat veel arbeidsloon vraagt, maar het ergste is wat dat betreft de verzameling van de bagger of specie. Per H.A. bedragen de onkosten f 30,— en meer (in het jaar 1911). Door dat herhaalde uitbaggeren gaat de sloot breeder worden, wat op den duur enorme afmetingen gaat aannemen. Voor mij is de vraag of deze dure handelwijze wel aan te bevelen is en of dat geld niet beter voor kunstmest-aankoop kan worden besteed." Ik had intusschen reeds in het jaar 1911 een landbouwer te Kockengen aangeraden proeven met kunstmest te nemen (kali en phosphorzuur). Ik heb echter van deze proeven verder nooit iets gehoord en ik vrees, dat de tegenzin in het gebruik van kunstmest, gepaard met eene groote liefde voor de hierbovenbeschreven voorvaderlijke wijze van baggerbemesting niet bepaald tot het slagen van de proeven heeft medegewerkt. Ik moet hier aan toe voegen, dat de medewerking van de zijde der landheeren, bij de pogingen om de cultuur in deze streken op een hooger peil te brengen, althans in 1911 wel wat grooter kon zijn. Ik kan intusschen niet anders doen, dan hier nogmaals den raad te geven naast stalmest ook kunstmest toe te passen. Aangezien de bemesting met stalmest om het andere jaar plaats vindt, lijkt het mij heel geschikt eveneens om het andere jaar kunstmest te geven; dus het eene jaar stalmest, het andere jaar kunstmest. Proeven zijn hier echter zeer gewenscht.

§ 24. *De polders de Koekoek en het Zwijnsleger (Overijssel).*

De opzichter van de Nederlandsche Heidemaatschappij te IJsselmuiden (bij Kampen), de heer A. VERHAGEN, was zoo welwillend mij in Februari van het jaar 1920 eenige inlichtingen te verstrekken aangaande de cultuur in de polders de Koekoek en het Zwijnsleger.

De geschiedenis van deze polders, vanaf het oogenblik, dat ze in het jaar 1910 in cultuur genomen zijn, tot op heden, bevestigt in elk opzicht de uitspraak van FLEISCHER, dat een goede cultuur op gronden van dit type slechts mogelijk is „wenn die Wasserverhältnisse durch zweckmässige Masznahmen richtig geregelt worden sind". Alleen wanneer men het volkomen in de hand heeft, om den stand van het grondwater geheel naar believen te regelen, is eene goede cultuur mogelijk. En dit nu is feitelijk in de Koekoek niet het geval. Wel bezit het stoomgemeel „Rambonnet" meer dan voldoende capaciteit om het grondwater in beide polders op elk verlangd peil te brengen en het geheele jaar door te houden, maar men heeft geheel over het hoofd gezien, dat een dijk in een veenpolder het water niet altijd keert. In vele gevallen dringt het water onder den dijk door en dit is inderdaad bij de Koekoek het geval. De polder de Koekoek ontvangt onder den afscheidingsdijk door het water

uit den Mastenbroekerpolder. Wel houden een tweetal stoomgemalen het water in den Mastenbroekerpolder op „Mastenbroekerpeil”, maar dit peil is ongeveer 2 M. hooger dan het peil in de Koekoek. Dat men bij het opmaken van de plannen voor de drooglegging van de Koekoek niet aan het opwellen van het grondwater gedacht heeft, mag des te meer verwondering baren, omdat ook andere polders aan dit euvel lijden. In zijn reeds vermeld opstel uit het jaar 1886 wijdt VAN BEMMELEN (zie noot 1) een afzonderlijke paragraaf aan het opwellen van het grondwater in den Vinkeveen-Proostdij-polder en licht de zaak nader in woord en beeld toe. Meer in het bijzonder herinnert hij „aan het opwellen van het water in den Maarsseveen-Tienhovenschen polder, wat jaren lang zoo sterk geweest is — en trouwens in 1886 nog het geval was — dat ondanks de sterke bemaling gedeelten van den polder niet droog werden, terwijl daarentegen de waterstand in de omgeving lager werd”. En nu moge het stoomgemaal in de Koekoek in staat zijn door krachtige bemaling het water in de Koekoek op peil te houden, het ligt voor de hand, dat de bemalingskosten bij zóó sterke bemaling te hoog worden en te zwaar op de ingelanden van de Koekoek drukken. In het belang van beide polders — dus ook van Mastenbroek — is het dringend noodig, om te trachten door onderling overleg uit dezen onhoudbaren toestand te geraken.

De grondwaterstand is in de Koekoek gemiddeld niet lager dan 35 c.M. onder maaiveld. Voor land- en tuinbouw is dit te ondiep. FLEISCHER beveelt voor hooiland 50 c.M. en voor weiland ongeveer 60 tot 80 c.M. aan. Voor de Koekoek (tuin- en landbouw) achtte men 70 c.M. gewenscht. In regenrijke perioden staat het grondwater echter aanzienlijk hooger. Zelfs lag het grootste gedeelte van de Koekoek in Februari 1920 tot ongeveer 20 c.M. toe onder water. Alleen de strooken bij den Oudendijk en ook het hooger gelegen Zwijnsleger stonden niet blank. In deze droge stroken kwam het grondwater echter ongeveer tot het maaiveld. Bij alle schadelijke gevolgen van het teveel aan water, die ik reeds opsomde, noemde de heer VERHAGEN nog deze, dat men op droge, hooger gelegen perceelen het onkruid beter de baas kon blijven. Dat deze hooger gelegen perceelen onder deze omstandigheden de beste zijn, ligt voor de hand en bewijst weer, dat de waterkwestie in veenpolders de allesoverheerschende factor is.

Bemesting. In het pachtcontract en de voorwaarden voor de verpachting van gronden in den polder „de Koekoek” is in artikel IV de volgende bepaling betreffende de verplichte bemesting opgenomen. „De gronden zullen gedurende de eerste drie jaren, nadat de bebouwing is aangevangen, niet behoeven te worden bemest. In de daarop volgende jaren zal jaarlijks per H.A. met tenminste 20 000 (twintig duizend) K.G. goede natuurlijke mest of met tenminste 800 K.G. thomasmeele 16 pct. of voor dezelfde waarde aan superphosphaat, benevens 1000 K.G.

kainiet of een daarmede overeenkomende hoeveelheid van een ander kalizout, moeten worden bemest. De kwitanties van deze laatste meststoffen moeten jaarlijks voor of op den 31sten December bij den Secretaris-Thesaurier voornoemd, die ze tenminste twee weken in zijn bezit zal mogen houden, worden overgelegd." Tengevolge van den oorlog heeft men aan deze zeer nuttige bepalingen de hand niet gehouden. Intusschen stonden enkele kavels, onder meer kavel 3, onder het beheer van de Heide-maatschappij; deze zijn wel bemest. Aan de mededeelingen van den opzichter ontleen ik het volgende.

In het jaar 1917 zijn op kavel 3 bemestingsproeven genomen met mergel, zonder positief resultaat evenwel. Gezien het hooge gehalte aan koolzure kalk van de plekken II, III en IV baart dit resultaat thans geen verwondering. In het Zwijnsleger, ongeveer bij plek VI — waar de grond dus blijkens de analyse-resultaten (zie tabel 10 en 11, blz. 62 en 64), in tegenstelling met de bemonsterde plekken in de Koekoek, nagenoeg geen koolzure kalk bevat — konden evenmin positieve resultaten met eene mergelbemesting worden waargenomen ⁶⁴⁾. De gronden zijn dankbaar voor eene phosphorzuur-kali-bemesting. Men geeft bedragen van 600 K.G. thomasslakkenmeel en 800 K.G. kalizout van 20 pct. per H.A.; ook wel kleinere hoeveelheden. Van een extra-bemesting met superphosphaat in het voorjaar boven slakkenmeel werd geen resultaat gezien. Voor eene bemesting van ongeveer 200 K.G. chilisalpeter zijn de gronden dankbaar ⁶⁵⁾; eveneens voor stalmest, die elk jaar of om de twee jaar gegeven wordt. De natige, koude plakkerige grond wordt er lossen door.

Op kavel 3 is tot nu toe tuinbouw gedreven en door de hooge oorlogsprijzen met succes. De kosten van het schoonhouden van den grond zijn echter zeer aanzienlijk; ze beloopt wel tot 500 gulden per bunder. In den zomer moet gewoonlijk om de acht dagen geschoffeld worden. Tengevolge van de onkruidplaag en den hoogen waterstand is men verplicht het tuinbouwbedrijf te laten varen en tot akkerbouw over te gaan. Door het opvriezen van den grond kunnen echter geen wintergewassen verbouwd worden en moet men zich beperken tot haver, zomertarwe, paardenboonen, enz. Aardappelen leveren een goed beschot, doch geven met het oog op de slechte wegen te hooge onkosten aan transport.

In het algemeen is het een bezwaar, dat er geen goede wegen in den polder zijn voor den afvoer van de landbouwproducten. De grond is nog te week. Men kan nog niet met wagens, paarden en werktuigen op het land komen. Rollen van het land helpt wel iets. De rol wordt getrokken door de menschen zelf of door hitten met trippen (kleine plankjes) onder de hoefijzers. Zooals men ziet, is de inklinking ⁶⁶⁾ van den bodem nog niet ver gevorderd, wat ook de volgende cijfers kunnen aantonen.

		Diepte van het zand onder maaiveld.	
		in 1913.	in 1920.
Plek IV	Koekoek {	136	150
Plek V		137	145
Plek VI	Zwijnsleger	199	185

Het land in het Zwijnsleger is wat geklonken; de veenlaag in de Koekoek is zelfs in dikte toegenomen. Men dient echter te bedenken, dat de tweede serie cijfers door den heer VERHAGEN opgenomen zijn in Februari 1920, toen het grondwater in de Koekoek op de plekken IV en V tot maaiveld stond. De veenlaag schijnt nog zóó los te zijn, dat ze als 't ware drijft.

Zooals reeds bij de bespreking van de uitkomsten van het grondonderzoek (zie tabel 10, blz. 62) opgemerkt werd, bevat plek VI in het Zwijnsleger nagenoeg geen koolzure kalk in tegenstelling met de plekken I—V in de Koekoek, die alle vijf rijk aan koolzure kalk zijn. Of dit verschil voor het geheele Zwijnsleger en de Koekoek opgaat, is onbekend. Mogelijk is de grootere rijkdom van de Koekoek aan CaCO_3 toe te schrijven aan de omstandigheid, dat de Koekoek door de lage ligging vaak ondergelopen is, waarbij het water slib met schelpen meevoerde.

De meeste kavels in de Koekoek worden niet bemest; art. IV van het pachtcontract is, zooals ik reeds opmerkte, onder invloed van den oorlogstoestand geschorst. Dit is te betreuren. De gronden worden op deze wijze aan plantenvoedende bestanddeelen uitgeput; er heeft rooibouw plaats, waarvan men later de slechte gevolgen zal ondervinden.

§ 25. *Cultuur op veenpolders in Friesland.*

In het jaar 1909 richtte ik mij tot eenige Rijkslandbouwleeraren met het verzoek om inlichtingen betreffende de beste wijze van behandeling van weiland op veengronden. De Rijkslandbouwleeraar voor Friesland, de heer C. R. BRINKMAN, verwijst voor het in cultuur brengen van het land naar de Verslagen en Mededeelingen van de Directie van den Landbouw, 1908, No. 6. Voor verdere inlichtingen werd een schrijven van den heer JAC. J. WUITE te Luinjeberd bijgevoegd, die in een der meest bekende veenpolders in Friesland woont. Aan dit schrijven ontleen ik het volgende. Het land in den veenpolder van het vierde en vijfde veendistrict is van zeer verschillenden aard. Men kan twee hoofdtypen onderscheiden, n.l. land (1e type), hetwelk van

onder tot boven uit zand bestaat, met een meer of minder dikke bovenlaag (bouwlaag), die dan humusrijk is en land (2e type), dat geheel uit zwarten grond bestaat. Het eerste soort land is in het algemeen van middelmatig hoog tot vrij hoog, soms zelfs zeer hoog, boven het normale waterpeil in den polder gelegen; de tweede soort, de zwarte grond, ligt over het algemeen lager. Onder dezen zwarten grond bevindt zich op afwisselende diepte zand, dat echter steeds onder het gewone grondwater-niveau blijft.

Uit den aard der zaak worden beide typen van grond ook verschillend behandeld en bewerkt. De bemesting op de eerstgenoemde zwaardere gronden geschiedt als volgt. Teneinde zoo veel mogelijk mest te krijgen, wordt als volgt gehandeld. Voor het bewaren van de gier wordt de grup achter de koeien na het mestuitbrengen steeds van lichte zwarte aarde (tweede type) voorzien. De mest in de vaalt wordt bovendien nogmaals met lichte zwarte aarde gemengd. Deze zwarte aarde is vroeger vóór de vervening bovengrond op het veen geweest. Tijdens de vervening is de aarde van het veen afgegraven en hier en daar aan groote hoopen in de trekaten bijeen gebracht, blijkbaar met de bedoeling om die grond later, bij eventueele droogmaking en landaanmaak, als bovenlaag over het zand te kunnen gebruiken. Met behulp van deze bemesting gaat het land (eerste type dus) in vruchtbaarheid hard vooruit. Er kan dan jaarlijks éénmaal een flinke snee gras van gemaaid worden, indien het land overigens wordt geweid. Voor weiland kan de bemesting zelfs wel eens een jaartje worden overgeslagen. De bovenbeschreven wijze van behandeling van de mest (dus de vermenging met aarde in de grup en later in de vaalt) — die de heer WUITE ook thans in 1920 nog voor de beste houdt — zal van lieverlede moeten ophouden, daar de voorraad aan goede, lichte poreuse mengaarde uitgeput raakt. Alsdan zal een goed waterdichte, cementen gierkolk het eenigste middel zijn, om de gier goed te bewaren.

Het tweede type grondsoort is veel lichter en geeft lichtere vrucht, doch is ook wat gemakkelijker te onderhouden. Ook hier is eene bemesting als boven aan te bevelen, maar voor de verbetering van de lichte bodemstructuur dient een zwaardere menggrond genomen te worden, voor welk doel soms wel zand of nog beter terpaarde gebruikt wordt.

De berichtgever heeft jarenlang met succes eene volledige kunstmestbemesting op hooiland gegeven. Per H.A. werden aangewend: 600 K.G. thomasslakkenmeel, 800 K.G. kainiet, 800 K.G. kalk, alle drie in het najaar; vervolgens in het voorjaar 150 à 200 K.G. chilisalpeter. De opbrengsten zijn echter niet grooter dan met stalmest en de berichtgever gelooft, dat de kwaliteit van het met stalmest bemeste hooi beter is.

Voor al dit laatste punt lijkt mij van zeer veel belang te zijn en wel een nader onderzoek waard. Men dient de vraag dan zóó te stellen: welk van de drie wijzen van bemesting is het voordeeligst, n.l. stalmest, kunstmest of beide om het andere

jaar gegeven. Laat ik tenslotte hier nog aan toe voegen, dat bij de Rijksproefvelden in Friesland op graslanden in veenpolders zeer gunstige ervaringen met het gebruik van kalk, kainiet en thomasslakkenmeel zijn opgedaan. Verder is het nog de vraag of de wijze van urinebewaring (opzuigen door aarde in den stal) wel doelmatig is.

§ 26. *De Bethunepolder en de Horstermeerpolder.*

Ik ben niet in de gelegenheid geweest, om veel gegevens aangaande de cultuur in deze beide polders te verzamelen. Ik bepaal mij tot het volgende.

In het reeds aangehaalde artikel uit het Algemeen Handelsblad van Zaterdag 12 Maart 1910 (Avondblad), getiteld „Land en Water” wordt gezegd, dat sommigen als motief tegen de drooglegging van de Vechtplassen aanvoeren „dat de grond niet goed kan zijn, wijl de Tienhovensche- of Bethunepolder en de Horstermeerpolder slechten grond opgeleverd hebben”. De schrijver van het artikel meent, op grond van gegevens, hem door deskundigen ter plaatse verstrekt, dat dit beslist ontkend moet worden. De grond in de beide genoemde polders moge nu slecht zijn, hij was dit echter oorspronkelijk niet. „Men heeft in deze polders eenvoudig geroofbouwd, d.w.z. den grond uitgezogen. Vele goede oogsten zijn van dien grond gekomen, doch bemesting bleef achterwege, zoodat de gevolgen niet uitbleven en de grond vanzelf onvruchtbaar werd. Met goede bewerking evenwel is van die polders nog best wat te maken, getuige de stukken, die nu nog onderhouden en bemest worden.”

Het volgende sterk sprekende voorbeeld bevestigt dit oordeel geheel. Bij een bezoek in het jaar 1915 in den Bethunepolder viel mij een groot verschil op tusschen twee vlak bijelkander gelegen weilanden; het eene verkeerde in zeer goeden, het andere in bepaald slechten toestand. Verschil in grondsoort, afwatering, enz. heb ik niet kunnen constateeren. Bij nader onderzoek bleek mij, dat het goede weiland steeds goed bemest was; aan het andere weiland werd niets gedaan. Mijn geleider meende de oorzaak van dit verschil in behandeling van den grond hoofdzakelijk te moeten zoeken in de finantieele draagkracht van de beide pachters. Den pachter van het slechte stuk ontbrak het aan het noodige bedrijfskapitaal.

Ik heb in den Bethunepolder ook een bezoek aan een tuinder gebracht, die uit het Westland kwam en die zeer tevreden was over de resultaten van het bedrijf. Zijn grond bestond uit een laag humushoudend zand van ongeveer 50 c.M. dikte; daaronder een laag veen van ongeveer 50 c.M. en daaronder wit zand. De grond werd geregeld goed bewerkt, waarbij ook een deel van de veenlaag werd meegenomen. Het water zinkt goed in den grond weg; omgekeerd is het land nooit te droog. In een broeikas met bloemkool behoefde men slechts enkele keeren per jaar

te gieten. De beste bemesting was, volgens mijn zegsman, stalmest (varkensmest, ruige en dunne koemest, gier). De beschikbare hoeveelheid was echter onvoldoende voor al zijn land, zoo dat hij thans met succes het eene jaar stalmest, het andere jaar kunstmest gaf. Zeer veel heil zag hij in eene combinatie van tuinbouw met eene varkensmesterij.

Bij een bezoek aan den Horstermeerpolder in het jaar 1915 heb ik de volgende aantekeningen gemaakt.

Bij plek 4, waar het monster N°. 21 genomen is (zie tabel 1, blz. 18 en tabel 2, blz. 45) is de grond zeer zandig. De samenstelling is: 96 pct. zand, 1,9 pct. humus en 2,1 pct. klei; verder 0,13 pct. stikstof, 0,04 pct. phosphorzuur en 0,17 pct. kalk, geheel het beeld dus van een armen zandgrond. Op dit land werden in het jaar 1913 eerst vroege aardappelen gepoot, die er bijzonder goed willen, omdat de grond spoedig warm wordt. Daarna kwamen tweede gewassen (o.a. kool). Natuurlijk moet de grond flink met phosphorzuur, kali en stikstof bemest worden. De pacht bedroeg in het jaar 1913 f 100 à f 110; de prijs van het land was ongeveer f 1600 en de polderlasten f 35, alles per bunder. Uit den aard der zaak is de gunstige ligging in de nabijheid van groote steden van invloed op deze voor 1913 hooge prijzen voor zandgrond.

Bij plek 6 (tabel 1, blz. 18) bevindt zich een laag van ongeveer 25 c.M. humushoudend zand op vrij zuiver zand. De Vechtmonsters N°. 24 en N°. 25 zijn van deze plek afkomstig. De samenstelling van deze monsters is (zie tabel 2, blz. 45) in dezelfde volgorde als boven: bovengrond 85,1, 13,1, 1,8, 0,28, 0,03, 0,42; ondergrond 96,0, 2,9, 1,1, 0,13, 0,01, 0,38. Niettegenstaande het niet hooge humusgehalte van 13,1 pct. werd hier met succes de tuinbouw uitgeoefend.

In mijn beschouwingen heb ik met opzet gronden van verschillend type opgenomen; zoowel de venige gronden als de humushoudende zandgronden en de zuivere zandgronden. Ik heb den indruk gekregen, dat al deze gronden bij oordeelkundige behandeling goede oogsten opleveren.

§ 27. Algemeene gevolgtrekkingen.

De groote voordeelen, die gronden met een hoog gehalte aan organische stoffen boven klei- en zandgronden aanbieden, zijn gelegen in hun hoog adsorptievermogen voor water. Deze voordeelen vertoonen zich echter alleen dan, wanneer de verhoudingen op het gebied van de watervoorziening op oordeelkundige wijze geregeld kunnen worden en dat wel naar beide kanten, zoodat zoowel voor een te veel aan water als voor het ontstaan van watergebrek gewaakt kan worden. De hoofdzaak bij het in cultuur brengen van veenpolders is dan ook de regeling van den stand van het grondwater. Alleen wanneer men het volkomen in de hand heeft, om den stand van het grondwater in

veenpolders geheel naar believen te regelen, is eene goede cultuur hier mogelijk.

In vele Nederlandsche veenpolders heerschen op het gebied van de regeling van den grondwaterstand grove misstanden. Niet alleen, dat deze gedurende een groot deel van het jaar veel te hoog is, maar vele landerijen staan zelfs soms maanden achtereen onder water. Onder deze omstandigheden zijn geen groote oogsten te verkrijgen. Zoolang geen afdoende maatregelen voor betere bemaling genomen zijn, is het vrijwel doelloos, gelden voor andere doeleinden (bemesting, zaaizaadveredeling, enz.) uit te geven.

Bij het treffen van maatregelen voor eene afdoende bemaling is het dringend noodig in het oog te houden, dat een dijk in veenpolders het water niet altijd op afdoende wijze keert. Onder bepaalde omstandigheden dringt het water van de naburige polders onder den dijk door. Bemaling van groote gebieden voor gemeenschappelijke rekening is hier de eenige uitweg om uit den noodtoestand te geraken.

De laagveengronden bevatten eene voldoende hoeveelheid stikstof en kalk, terwijl phosphorzuur en kali gewoonlijk slechts in zeer geringe hoeveelheden aanwezig zijn. Hieruit volgt, dat laagveengronden in het algemeen niet geregeld met stikstof en kalk bemest behoeven te worden. Alleen wanneer het veen minder goed vergaan is of wanneer het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen zóó groot is, dat gevaar voor verzuring bestaat, kunnen extra-kalkbemestingen op hun plaats zijn. Men dient echter in het oog te houden, dat deze humushoudende gronden geen groote overmaat aan kalk kunnen verdragen en dat deze schadelijk werkende overmaat aanwezig is, lang vóórdat de bodemzuren door de kalk geneutraliseerd zijn. Voorzichtigheid bij de kalkbemesting is dus dringend aan te bevelen. Op goeden laagveengrond is de kalkbemesting, die de grond met thomasslakkenmeel ontvangt, meestal voldoende om in de kalkbehoefte te voorzien. Doch zelfs geregelde bemesting met thomasslakkenmeel kan op den duur te veel kalk in den grond brengen. Zoolang de organische stof nog slecht gehumificeerd is, is ook eene matige stikstofbemesting op haar plaats. Men kan echter gewoonlijk met eene bemesting met stalmest volstaan. De dierlijke mest toch bevordert de goede omzetting van nog slecht vergane plantenoverblijfselen in gezonden humus, waardoor ook de in den grond aanwezige stikstofverbindingen in een voor de planten assimileerbaren vorm overgaan. De beste wijze van bemesting van laagveengronden is wel deze, om het eene jaar stalmest en het andere jaar kunstmest (hoofdzakelijk phosphorzuur en kali) te geven.

Ook op het gebied van de bemesting van Nederlandsche laagveengronden zijn nog groote verbeteringen aan te brengen. Deze bemesting geschiedt soms nog op zeer ouderwetsche en dure wijze. In vele gevallen wordt geen of te weinig kunstmest aangewend.

De bovengeschetste slechte cultuurtoestanden in verschillende Nederlandsche laagveenpolders (slechte afwatering en onvoldoende bemesting) zijn niet alleen van invloed op de opbrengst, maar mede op de samenstelling van den oogst. Dit is gebleken bij het onderzoek van hooimonsters, afkomstig uit eenige laagveenpolders (Utrecht, Overijssel); het hooi bleek arm aan kalk en zeer arm aan phosphorzuur te zijn. Dergelijk hooi veroorzaakt licht rachitis en oefent verder in het bijzonder een nadeeligen invloed op de melkproductie uit. Door oordeelkundige bemesting, gepaard met eene goede regeling van den grondwaterstand, zal de hooiopbrengst in deze veenpolders niet alleen stijgen, maar zal tevens een voedzamer hooi gewonnen kunnen worden.

De misstanden, die in verschillende Nederlandsche laagveenpolders ten opzichte van de cultuur nog bestaan, zijn des te meer te betreuren, omdat de laagveengronden bij eene juiste regeling van den grondwaterstand en bij eene goede bemesting zoowel voor den tuinbouw als voor den akker- en weidebouw uitermate geschikt zijn.

Naschrift. Prof. J. ELEMA te Assen, aan wien ik een gedeelte van het manuscript ter inzage zond, maakte hierbij de volgende opmerking. „Met Uw advies om de betreffende gronden geregeld — bijv. om het andere jaar — met stalmest te *moeten* bemesten, kan ik het niet eens zijn. Het wil mij voorkomen, dat men in dergelijke of gelijksoortige gevallen van den beginne af aan met kunstmest uitstekende resultaten *kan* bereiken. Het bevorderen van de „humificeering” schijnt practisch toch al heel weinig noodig te zijn, tenminste in vele gevallen. Ook de bacteriën gevoelen zich blijkbaar reeds heel spoedig wonder wel thuis, getuige den goeden groei der klavers, enz.”

De conclusie, waartoe de heer ELEMA dan komt is deze, dat het niet bepaald noodig-zijn van bemesting met stalmest het in cultuur brengen der gronden bij de praktijk in een veel gemakkelijker licht zal stellen. Eenerzijds onderschrijf ik deze opmerking. Ik stel er echter tegenover, dat verschillende theoretici en praktici, zooals in deze publicatie is aangetoond, veel waarde aan eene geregelde stalmest-bemesting hechten. In allen geval zal het goed zijn bij het in cultuur-brengen der gronden het vraagstuk der stalmest-bemesting onder de oogen te zien.

OVERZICHT.

Ten Westen van de heuvels van Gooiland hebben zich in vroegere tijden op het diluviale zand lage venen gevormd, die ten Westen door den voormaligen Rijnarm, de Utrechtsche Vecht, begrensd worden. Deze venen zijn gedeeltelijk uitgeveend. In de niet uitgeveende gedeelten treft men smalle strooken land aan, legakkers genaamd, door vrij breede slooten gescheiden. Dit overblijvende gedeelte land is geen rustig en ongestoord bezit; het wordt voortdurend door de golven afgeknabbeld.

Reeds in het jaar 1865, dus eenige jaren na de drooglegging van het Haarlemmermeer, werden er plannen voor de droogmaking van de Loosdrechtsche plassen geopperd, doch eerst ongeveer een halve eeuw later werd bij Koninklijk Besluit van 10 November 1911, No. 30, eene Staatscommissie ingesteld, met de opdracht „een onderzoek in te stellen, omtrent het vraagstuk der droogmaking van de plassen beoosten de Utrechtsche Vecht”. De vierde door deze Commissie te beantwoorden vraag luidde: „Welke waarde kan aangenomen worden, dat per hectare het drooggelegde land zal hebben?” Bij schrijven van 20 Januari 1913 wees de Minister van Landbouw het Rijkslandbouwproefstation Wageningen aan, om de Staatscommissie bij de beantwoording van deze vierde vraag ter zijde te staan. Mijne bemoeiingen in deze zijn uitvoerig in de voorafgaande publicatie neergelegd, terwijl de voornaamste resultaten, vooral voorzooover deze van praktische beteekenis zijn, in dit „Overzicht” zijn opgenomen.

Na de droogmaking van de plassen zal de nieuwe bodem in de drooggelegde polders bestaan uit een mengsel van het diluviale zand met de bagger en den legakkergrond, behoudens die gevallen, waar nog voldoende legakkers ter plaatse aanwezig zijn, om op zich zelf — zonder vermenging met het onderliggende zand — een bouwvoor van voldoende dikte te geven. Het zijn dus de baggers en de legakkergronden, die althans in hoofdzaak de waarde van den nieuwen grond zullen bepalen en men zal dus antwoord moeten geven op deze twee vragen:

1. is er voldoende bagger en legakkergrond aanwezig, om een bouwlaag van voldoende dikte te geven;
2. is de aanwezige bagger en legakkergrond van voldoende vruchtbaarheid?

Voor de beantwoording van de eerste vraag is het noodig, om de dikte van de baggerlagen in de plassen en in het legakkergebied en mede de dikte van de veenlagen van de legakkers op

een voldoende aantal plekken vast te stellen. Voor een nauwkeurig antwoord op vraag 1 dient tevens de verhouding van land (legakkers) en water (slooten) in het legakkergebied bekend te zijn.

De tweede vraag of de baggers en de legakkergronden van voldoende vruchtbaarheid zijn, is moeilijker te beantwoorden, omdat het — in het algemeen gesproken — tot nu toe nog niet gelukt is, de normen voor de vruchtbaarheid van den grond onder cijfers te brengen. Wel is het mogelijk verschillende physische en chemische grootheden van den grond te bepalen en in cijfers uit te drukken, maar men weet nog niet in voldoende mate, of en zoo ja, in hoeverre deze grootheden met den vruchtbaarheidstoestand van den bodem in verband staan. De eenige weg, dien het grondonderzoek onder deze omstandigheden voorloopig kan inslaan, ten einde althans iets van den vruchtbaarheidstoestand van den grond te weten te komen, is de volgende. Door voorafgaande studies moeten de voornaamste physische en chemische grootheden, die vermoedelijk met den vruchtbaarheidstoestand van den grond in verband staan, van de typische bodemformatie's bepaald en in cijfers uitgedrukt worden. De te onderzoeken gronden worden vervolgens op geheel dezelfde wijze onderzocht, waarna de verkregen cijfers met de standaardcijfers van het overeenkomstige bodemtype vergeleken kunnen worden. Voorzover het betreft de vaststelling van de normen voor de beoordeeling van den vruchtbaarheidstoestand van den grond, is het grondonderzoek dus nog vrijwel geheel van vergelijken den aard.

Overeenkomstig het bovenstaande lag het voor de hand om niet alleen baggermonsters en legakkergronden uit de plassen ten Oosten van de Vecht te onderzoeken, doch in het onderzoek mede te betrekken gronden van hetzelfde bodemtype, die reeds in cultuur waren en waarvan iets aangaande den vruchtbaarheidstoestand bekend was. Er moest dus eene studie gemaakt worden van laagveengronden in het algemeen, dat zijn gronden, die uit organische stoffen, van laagveen afkomstig, bestaan, vermengd met min of meer minerale bestanddeelen. Bepaalde grenzen voor de gehalten aan elk van deze bestanddeelen zijn niet op te geven. De gronden van dit bodemtype moeten echter zoo rijk aan organische stoffen zijn, dat de organische stof in hoofdzaak het bodemtype bepaalt; verder mag het kleigehalte niet zóó naar voren treden, dat dit een overwegenden invloed op de bodemeigenschappen uitoefent.

Ten einde het noodige vergelijkingsmateriaal te verkrijgen, werden op 5 plekken in den Béthunepolder en op 6 plekken in den Horstermeerpolder totaal 25 grondmonsters genomen. Vervolgens was de Nederlandsche Heidemaatschappij zoo welwiltend op mijn verzoek nog op een zestal plekken in de polders de Koekoek en het Zwijnsleger (bij Kampen) 15 grondmonsters te nemen. Verder beschikte ik over eenige grondmonsters uit den

Spenger- en den Kockengerpolder (Utrecht), terwijl ik ten slotte gebruik kon maken van de resultaten van onderzoekingen, door VAN BEMMELEN, EMMERLING, e.a. verricht.

In de maand September 1913 werden gedeeltelijk door den secretaris der Staatscommissie, den heer W. H. BRINKHORST en mij, gedeeltelijk door den heer BRINKHORST alleen, totaal 57 monsters bagger en legakkergrond in de plassen ten Oosten van de Vecht genomen. De gegevens aangaande deze monsters en die uit de Koekoek zijn opgenomen in tabel 1 (bladz. 18 tot 22) en tabel 9 (blz. 60). Voor de ligging van de bemonsterde plekken wordt verwezen naar een viertal kaartjes, resp. van het geheele gebied ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, van den Bethunepolder, van den Horstermeerpolder en van de polders De Koekoek en het Zwijnsleger.

Bij nadere beschouwing van de hierboven sub 2 gestelde vraag of de baggers en de legakkergronden van voldoende vruchtbaarheid zijn, blijkt deze vraag in de volgende drie onderdeelen uit een te vallen:

- a. bevatten de baggers en de legakkergronden voldoende plantenvoedende bestanddeelen;
- b. is de organische stof in deze baggers en gronden in voldoende mate gehumificeerd;
- c. komen schadelijke zwavelverbindingen al of niet in zoodanige hoeveelheden voor, dat ze op den duur voor den plantengroei gevaarlijk kunnen worden;

een en ander — zooals boven reeds uiteengezet is — in vergelijking met normale laagveengronden van bekende vruchtbaarheid.

Vraag 2, sub a. Voor de beantwoording van de vraag of de baggers en de legakkergronden voldoende plantenvoedende bestanddeelen bevatten, heeft een onderzoek van alle monsters plaats gehad op de volgende bestanddeelen: vochtgehalte, volumegewicht, organische stof, stikstof, kalk en phosphorzuur. Het onderzoek op kali kon achterwege blijven, omdat dit bestanddeel in laagveengronden geheel op den achtergrond treedt. Bovendien zijn de 82 monsters uit het gebied ten Oosten van de Vecht (zie tabel 1, blz. 18 tot 22) nog op mechanische samenstelling onderzocht, dat is op de gehalten aan zand en klei. In sommige gronden, die rijk aan koolzure kalk waren, werd dit bestanddeel afzonderlijk bepaald.

Ten einde een overzicht over het cijfermateriaal te verkrijgen, zijn de monsters in verschillende rubrieken bijeengebracht en wel de gronden naar gelang van hun humusgehalte in zandgronden (met slechts enkele procenten organische stof), humushoudende zandgronden (met ongeveer 10—30 pct. organische stof), venige gronden (met ongeveer 30—60 pct. organische stof) en

veengronden (met meer dan 60 pct. organische stof). Deze cijfers hebben betrekking op droge stof. Verder zijn bijeengevoegd de legakkergronden in één rubriek B, de baggers bij de legakkergronden genomen in één rubriek C en de baggers uit de plassen in één rubriek D.

De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen voor de Vechtmonsters in tabel 2 (blz. 45 tot 48), voor de monsters uit Spengen en Kockengen in tabel 7 (blz. 58) en voor de monsters uit de Kockoek en het Zwijnsleger in tabel 10 (blz. 62). Verder zijn de gemiddelde cijfers voor de rubrieken nog opgenomen in de tabellen 4 (blz. 51 en 52) en 11 (blz. 64).

Conclusies vraag 2, sub a. Uit tabel 4 blijkt, dat de legakkergronden en de baggers ongeveer 15 pct. kleiachtige bestanddeelen bevatten. Wanneer deze gronden en baggers later na de droogmaking met het onderliggende diluviale zand gemengd worden, zal het kleigehalte in den nieuw gevormden bodem nog lager zijn en dus geheel op den achtergrond treden. Het stikstofgehalte hangt af van het gehalte aan organische stof. Op dit punt kom ik bij behandeling van de vraag 2, sub b terug. Er blijft dus alleen nog de beantwoording van deze vraag over, of de baggers en de legakkergronden voldoende kalk en phosphorzuur bevatten.

Kalk. Behalve zeer kleine hoeveelheden, die in den vorm van schelpjes op sommige plekken voorkomen, bevat geen van de monsters van de rubrieken B, C en D koolzure kalk. Bepaald is de in zoutzuur oplosbare kalk; de gevonden kalkgehalten hangen dus van de gehalten aan klei en aan humus af. Door onderlinge vergelijking heb ik nu trachten uit te maken, of in de baggers en de legakkergronden eene voldoende hoeveelheid kalk aanwezig is. Voor de verdere bijzonderheden zij verwezen naar de tabellen 5 (blz. 55), 6 (blz. 57), 8 (blz. 59), 12 (blz. 65) en vooral naar de tabel 13 (blz. 66) en verder naar de beschouwingen, die telkens aan de hand van deze tabellen gegeven zijn. De conclusie is, dat de baggers en de legakkergronden eene voldoende hoeveelheid kalk bevatten.

Phosphorzuur. In vergelijking met andere laagveengronden is het phosphorzuurgehalte van de Vechtmonsters niet hoog.

Vraag 2, sub b. De organische stof van de veenstoffen is niet in staat direct de plaats van den humus in den grond in te nemen; ze moet eerst meer of minder ontleed, gehumificeerd worden. Bij dit humificatieproces verdwijnen de voor het oog zichtbare resten van de plantendeelen en hierin bezitten wij, zij het dan ook een gebrekkig middel om iets over den ontledings-toestand van de organische stoffen in den grond te zeggen. Voor zoover dit op het oog te beoordeelen is, bleek de organische stof van de baggers en de legakkergronden vrij goed vergaan te zijn.

Ik heb eene poging aangewend om het ontledingsstadium, waarin de organische stof zich bevindt op grond van de volgende overwegingen onder cijfers te brengen.

Bij het humificatieproces van de organische stoffen in den grond vinden bij toetreding van de luchtzuurstof oxydatieprocessen plaats, welke de samengestelde organische verbindingen in eenvoudige verbindingen overvoeren; de eindproducten van deze ontleding zijn koolzuur en water. Tengevolge van deze oxydatie vindt dus eene vermindering van de organische stof in den grond plaats. Naarmate de organische verbindingen ontleden, komen ook de stikstofverbindingen beschikbaar; zij gaan over in ammoniak- en nitraatverbindingen en de voorraad aan stikstof neemt eveneens af. Nu is het evenwel gebleken, dat de koolwaterstofverbindingen uit den humus bij dit ontledingsproces in sterkere mate verdwijnen dan de stikstofverbindingen. Het gevolg hiervan is, dat het stikstofgehalte van den humus tijdens de humificatie stijgt. Het wil mij voorkomen, dat we dus in het procentgehalte van de organische stoffen aan stikstof (de waarde P) een middel bezitten, om althans iets over het ontledingsstadium van de organische stoffen in den bodem te zeggen.

Ook uit een ander oogpunt is de kennis van de grootheid P van belang. In het nagenoeg onvergane veen is de stikstof voorhanden in een voor de planten moeilijk toegankelijken vorm en naarmate de organische stof ontleeft, gaan de stikstofverbindingen in beter assimileerbare verbindingen over. Het procentgehalte van den humus aan stikstof — de grootheid P — moet dus ook een indruk geven over de assimileerbaarheid van de stikstof voor de planten. Een lage waarde voor P wijst op slechte, een hooge waarde voor P op goede assimileerbaarheid van de stikstof.

In tabel 14 (blz. 77) zijn de waarden voor P van alle onderzochte rubrieken opgenomen, benevens de P-waarden voor eenige door anderen onderzochte laagveen- en hoogveengronden. In de tabellen 3 (blz. 48 tot 50), 7 (blz. 58) en 10 (blz. 62) vindt men de P-waarden voor elk van de monsters afzonderlijk. Verder verwijs ik naar de beschouwingen, die ik aan de cijfers van tabel 14 vastgeknoopt heb.

Uit de cijfers van tabel 14 blijkt, dat de organische stof van de baggers (rubrieken C en D) en de legakkergronden (rubriek B) — in vergelijking met andere gronden van hetzelfde type — een voldoende gehalte aan stikstof bezit (grootheid P). Zoolang we geen andere en betere methode bezitten om het ontledingsstadium van de organische stof in den grond in cijfers uit te drukken (zie intusschen noot 53), meen ik, dat het wel geoorloofd is, om uit deze P-waarden eenige conclusies te trekken. En dan kom ik aan de hand van tabel 14 in de eerste plaats tot deze gevolgtrekking, dat de organische stof van de baggers (rubrieken C en D) en ook van de legakkergronden (rubriek B) voldoende gehumificeerd is. Wanneer dit reeds thans het geval

is, dan mag verwacht worden, dat deze organische stof na de drooglegging — als de luchtzuurstof in ruime mate kan treden — vrij spoedig in een goed gehumificeerde massa zal overgaan. In dit antwoord ligt tevens opgesloten, dat de nitrificatie van de organische stikstof van de baggers en de legakkergronden na de drooglegging bij verdere oordeelkundige behandeling vrij spoedig tot stand zal komen.

De humificatie van de organische stof van de humushoudende zandgronden uit den Bethune- en den Horstermeerpolder (rubriek A 2) staat ten achter bij die van andere humushoudende zandgronden van hetzelfde type. Voor de maatregelen, die genomen moeten worden om deze humificatie te bevorderen, verwijs ik naar het slot van dit Overzicht.

Vraag 2, sub c. In § 4 is uitvoerig uiteengezet, onder welke omstandigheden schadelijke zwavelverbindingen zich in den grond kunnen ophoopen. Wanneer organische stoffen onder anaërobe omstandigheden, dat is dus bij afsluiting van de zuurstof van de lucht, in tegenwoordigheid van gips gaan rotten, wordt met medewerking van een reduceerende spiril zwavelwaterstof gevormd. Door inwerking van dit zwavelwaterstof op het ijzerhydroxyde van den grond ontstaat er zwavelijzer (FeS) en zwavel (S). Uit deze beide kan zich verder onder anaërobe omstandigheden een zwart gekleurd product vormen, dat in sterk warm zoutzuur onoplosbaar is. In sommige gevallen gaat dit product, althans gedeeltelijk, in den kristallijnen vorm over (pyriet of markasiet). Mogelijk speelt de aanwezigheid van diatomeeën bij dezen overgang een rol. Of evenwel al het in zoutzuur onoplosbare zwavelijzer, dat bijv. in bepaalde zeekleigronden voorkomt, in den kristallijnen toestand aanwezig is, blijft nog een open vraag. Deze overgang van het zwarte vormlooze zwavelijzer in den kristallijnen toestand is in verschillende veengronden niet waargenomen — o.a. niet in de monsters, uit de Vechtplassen afkomstig. De tegenwoordige stand van onze kennis op dit gebied wordt voorloopig het beste weergegeven, door niet te spreken van pyriet, maar van zwavelijzerverbindingen, die in sterk warm zoutzuur onoplosbaar zijn, het daarbij in het midden latende, of hier bepaalde verbindingen van zwavel en ijzer in stöchiometrische verhoudingen optreden, of deze verbindingen den kristalvorm aannemen en ten slotte of naast zwavelijzerverbindingen ook nog zwavel, hetzij in vrijen toestand, hetzij in organische verbindingen aanwezig is.

Voor de ophooping van de zwavelijzerverbindingen in den bodem is nu nog de geregelde aanvoer van gips en ijzerhoudend water noodig. Het gips is een bestanddeel van het zeewater en de aanwezigheid van vrij groote hoeveelheden zwavelijzerverbindingen in de grond- en baggermonsters uit de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht wijst er op, dat deze gronden althans een tijdlang geregeld met zoutwater gedrenkt zijn. Zeer waarschijnlijk is het zeewater door wellen aangevoerd en mogelijk

is dit thans nog het geval. Dergelijke zoutwaterwellen zijn althans in het Naardermeer geconstateerd. De ijzerverbindingen zijn in het onderhavige geval waarschijnlijk door het water van het Oostelijk van de venen liggende Gooische heuvelland aangevoerd.

Volgens het bovenstaande ontstaat dus bij de sulfaatreductie uit het gips zwavelijzer (FeS), zwavel (S) en verder in zoutzuur onoplosbare, zwart gekleurde zwavelijzerverbindingen. Bij toetreding van de lucht, zooals dit bijv. in hooge mate na de drooglegging van de plassen plaats vindt, treedt weer oxydatie op. Bij deze oxydatie vormt zich zwavelzuur, dat zich in de eerste plaats met het ijzer tot ferrosulfaat verbindt. Zoolang de grond nog koolzure kalk bevat, zet dit ferrosulfaat zich met het calciumcarbonaat onmiddellijk om in gips en ijzeroxyde, twee volkomen onschadelijke verbindingen. De koolzure kalk spoelt echter op den duur uit den bodem weg en wanneer er geen koolzure kalk meer aanwezig is, kan het ferrosulfaat de bovenaangegeven omzetting niet ondergaan. Het oxydeert dan al spoedig tot ferrisulfaat, waarbij het zich met een gedeelte van het ijzeroxyde tot een basisch ferrisulfaat verbindt. Dit basische ferrisulfaat, dat men in tal van zure gronden als een geel uitslag kan waarnemen, is in water nagenoeg niet oplosbaar. Het is een voor de planten uiterst gevaarlijk bestanddeel, omdat het in water en vooral in koolzuurhoudend water geregeld kleine hoeveelheden zwavelzuur afsplitst. In een grond, die rijk aan basisch ferrisulfaat is, treedt als het ware een stilstand van organisch leven in.

Bij het onderzoek van de Vechtmonsters is geconstateerd, dat sommige van deze monsters in water oplosbaar gips bevatten, sommige in zoutzuur oplosbaar basisch ferrisulfaat, terwijl in nagenoeg alle monsters in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen voorkomen. De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel 3 (blz. 48 tot 50) opgenomen, terwijl tabel 4 (blz. 51) weer de gemiddelden van de verschillende rubrieken aangeeft.

Het is bij dit onderzoek gebleken, dat slechts enkele baggermonsters en enkele legakkergronden betrekkelijk kleine hoeveelheden basisch ferrisulfaat bevatten. Verder zijn soms vrij groote hoeveelheden in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen aanwezig. Deze zijn echter minder gevaarlijk, omdat zij bij de toetreding van de luchtzuurstof eerst langzamerhand oxydeeren.

In § 18 is de vraag besproken of het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen zóó groot is, dat het gevaar voor de cultuur oplevert. Koolzure kalk bevatten de Utrechtsche gronden niet. Bij het optreden van zwavelzuur uit het basisch ferrisulfaat zal zich dit dus meester trachten te maken van de basen, die in den humus aanwezig zijn. Ik heb nu nagegaan of er voldoende kalk in de verschillende monsters voorkomt om *al* het zwavelzuur, dat zich in den loop der jaren uit *alle* aanwezige zwavelverbindingen vormen kan, te binden. De resultaten van deze

berekeningen zijn mede in de tabellen 3 en 4 opgenomen. Bij alle Vechtmonsters (op één na) overtreft het kalkgehalte het gehalte aan zwavelzuur. Nu kan de grond natuurlijk niet al de aanwezige kalk voor de neutralisatie van het zwavelzuur beschikbaar stellen, zonder zelf zuur te worden. Men moet evenwel bedenken, dat de gronden behalve kalk ook nog magnesia, kali en natron bevatten. In tabel 15 (blz. 84) is berekend hoeveel kalk en magnesia boven zwavelzuur in elke rubriek voorkomen. Deze bedragen zijn zeer hoog en de conclusie is dan ook alleszins gerechtvaardigd, dat de baggers en de legakkergronden voldoende rijk aan kalk (en magnesia) zijn om het zwavelzuur, dat zich bij oxydatie van de zwavelverbindingen vormt, te neutraliseeren, zonder dat daarbij direct gevaar voor het te zuur worden van den bodem bestaat. Een groot voordeel is het hierbij, dat de zwavelijzerverbindingen voor verreweg het grootste gedeelte in den in zoutzuur onoplosbaren vorm voorkomen en dus eerst geleidelijk geoxydeerd worden.

Is voldoende bagger en legakkergrond aanwezig voor de vorming van een bouwvoor van voldoende diepte? In het bovenstaande is aangetoond, dat de baggers (rubrieken C en D) en de legakkergronden (rubriek B) voldoende rijk aan plantenvoedenden bestanddeelen zijn, op phosphorzuur en kali na; dat de organische stof van de baggers en de gronden in voldoende mate gehumificeerd is en ten slotte, dat de schadelijke zwavelijzerverbindingen niet in die mate aanwezig zijn, dat direct gevaar voor het zuurworden van den drooggelegden bodem bestaat. Thans blijft nog de vraag over, of overal voldoende bagger en legakkergrond voorhanden is, om door menging met het onderliggende zand een bouwvoor van voldoende dikte te geven. Ik meen te kunnen volstaan met deze vraag voor die gedeelten van het terrein te beantwoorden, waar zich geen legakkers bevinden, dus voor de eigenlijke plassen.

De vraag of in de plassen voldoende bagger aanwezig is, om een bouwvoor van voldoende dikte te geven, is op deze wijze nog willekeurig gesteld, omdat er niet in opgenomen is de eisch, waaraan de nieuw te vormen bouwvoor moet voldoen. Ik zal de vraag daarom nader als volgt omschrijven. Ik stel mij ten doel door vermenging van de bagger met het onderliggende diluviale zand een zwarte aarde te verkrijgen, die in samenstelling ongeveer het midden houdt tusschen de onderzochte humushoudende zandgronden (rubriek A2 van de Vechtgronden; rubriek E van de Koekoekgronden; verder de bovengronden van Spengen en Kockengen). De vraag is dan, hoe diep deze bouwvoor op de verschillende bemonsterde plekken in de plassen zal worden.

Ik heb nu uitgerekend, dat door vermenging van 200 d.M³. bagger (rubriek D) met 30 d.M³. zand (rubriek A1) een mengsel ontstaat, waarvan de droge stof in samenstelling vrijwel overeenkomt met de droge stof van de humushoudende zandgronden

rubriek 42 (zie tabel 16, blz. 86). Alleen bevat het mengsel wat minder klei en phosphorzuur. Natuurlijk moet dit mengsel na de drooglegging dan nog indrogen, totdat het een vochtgehalte, ongeveer overeenkomende met dat van de gronden uit rubriek 42 — dat is ongeveer 45 pct. — bezit. Volgens deze berekening geeft dan een baggerlaag van 2 d.M. dikte met 0.3 d.M. zand vermengd een zwarte aarde van 1 d.M. = 10 c.M. dikte. Met behulp hiervan is nu verder uitgerekend, hoe dik deze bouwvoor op de bemonsterde plekken zal zijn. De resultaten zijn in tabel 17 (blz. 87) opgenomen.

Een achttal plekken geeft een bouwvoor van minder dan 50 c.M. Van deze plekken liggen de drie in den Kortenhoeftschen polder in de onmiddellijke nabijheid van talrijke legakkers, evenals plek N°. 9 in den Loosdrechtschen polder. Er blijven dan slechts een viertal plekken over (Loenerveensche polder Oosten en Noorden, plek N°. 2 en 3; Loosdrecht-Breukelerveensche polder, plekken N°. 10 en 11, in den omtrek van Muieveld), waar de humushoudende bouwvoor ongeveer 30 à 40 c.M. dik zal zijn.

Met het oog op de wijze, waarop de terreinen na de drooglegging in cultuur gebracht zullen worden, kan men zich ook bepalen tot de berekening, dat een baggerlaag van 5 d.M. dikte bij vermenging met een zandlaag van 0.75 d.M. dikte na indrogen een zwarte aarde van 25 c.M. dikte geeft. Verder kan dan de dikte van de veenlaag onder deze bouwvoor worden nagegaan. Ook dan zal blijken, dat in de meeste gevallen voldoende bagger aanwezig is.

Het antwoord op de in den aanvang van dit Overzicht gestelde vragen luidt dus bevestigend. Vrijwel overal in de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht bevindt zich eene zoodanige hoevercelheid bagger en legakkergrond, dat een bouwvoor van voldoende dikte te vormen is. De samenstelling van deze baggers en legakkergronden is eene zoodanige, dat bij vermenging hiervan met het diluviale zand een humushoudende zandgrond ontstaat, die de vergelijking met andere humushoudende gronden van hetzelfde type (laagveengronden) kan doorstaan.

Bij het beantwoorden van de vraag naar de rentabiliteit van de droogmaking van de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, is ten slotte nog te overwegen, dat aan plantenvoedende bestanddeelen arme zandgronden niet waardeloos zijn (zie § 26).

In een afzonderlijk vierde hoofdstuk zijn eenige wenken gegeven, die bij het in cultuur brengen van de gronden na de drooglegging van de plassen in achtgenomen dienen te worden.

Regeling van den grondwaterstand. In de eerste plaats is uitvoerig betoogd, dat het dringend noodig is zoodanige maatregelen te nemen, dat men de regeling van den waterstand geheel in handen heeft. Op dit punt heerschen in vele van onze laagveen-

polders nog treurige toestanden. Een goede afwatering is een zoo voornamelijk eisch, dat ik niet gaarne zou willen adviseeren geld voor bemestingsdoeleinden enz. uit te geven, vóór en al eer afdoende maatregelen voor eene goede bemaling getroffen zijn. Bij de bemaling dient men goed in het oog te houden, dat een dijk het water niet altijd op afdoende wijze keert. Ik behoef evenwel op den last, dien het opwellen van het grondwater veroorzaken kan, hier niet in den breedte uit te wijden, omdat ik volstaan kan met te verwijzen naar de lijdensgeschiedenis van den Maarsseveen-Tienhovenschen polder (Bethune-polder). Het opwellen van het water is hier jaren lang zóó sterk geweest, dat gedeelten van den polder, ondanks de sterke bemaling, niet droog werden, terwijl daarentegen de waterstand in de omgeving lager werd. En het in § 24 over den polder de Koekoek medegedeelde doet zien, dat dergelijke toestanden nog voorkomen.

Meer in het bijzonder vestig ik in dit verband de aandacht op de mogelijkheid van het voorkomen van zoutwaterwellen. Aangezien dit punt als afzonderlijke vraag op het programma van de Staatscommissie voorkomt, ga ik er hier niet nader op in.

Hoewel de waterregeling in ons land met zijn humied klimaat, vooral in de lager gelegen streken, wel grootendeels een kwestie van den waterafvoer zal zijn, wil ik toch niet nalaten hier te wijzen op de slechte gevolgen, die een te snelle en te intensieve ontwatering op veengronden hebben kan. De veensubstantie kan dan zoo sterk indrogen, dat ze in een fijne poederachtige stof overgaat, die nagenoeg niet meer in staat is water op te nemen.

Bemesting. De nieuwe gronden in de drooggelegde plassen zullen in hoofdzaak bestaan uit een mengsel van diluviaal zand met laagveen en iets klei. Ze bevatten geen koolzure kalk, afgezien van kleine hoeveelheden, die plaatselijk in den vorm van schelpresten voorkomen. Uit deze omschrijving volgt in het algemeen reeds, dat deze gronden geregeld met kali en phosphorzuur bemest zullen moeten worden. Bij het onderzoek van de baggers en de legakkergronden is verder gebleken, dat de nieuwe gronden zelfs armer aan phosphorzuur zullen zijn dan andere gronden van hetzelfde type (zie tabel 16, blz. 86), waarvan de behoefte aan eene phosphorzuurbemesting gebleken is. Dit maakt een phosphorzuurbemesting voor de nieuwe gronden dubbel noodig. Hierbij is verder niet uit het oog te verliezen, dat bemesting niet alleen de opbrengst verhoogt, maar tevens van invloed is op de samenstelling van den oogst. Meer in het bijzonder is de groote beteekenis van eene goede phosphorzuurbemesting voor de kwaliteit van het hooi van onze laagveengronden aan cijfers aangetoond (zie § 22).

De nieuwe gronden bevatten voldoende stikstof en kalk, terwijl de organische stof reeds thans in een vrij goed ontledingsstadium verkeert. Toch zal het zaak zijn, ook aan deze punten de noodige aandacht te schenken.

Verschillende theoretici en practici meenen, dat het op grond van de volgende overwegingen wenschelijk is de nieuwe gronden geregeld met dierlijken mest te bemesten. Dierlijke mest bevordert de omzetting van de organische stoffen in gezonden humus, waarbij ook de in de organische stof aanwezige stikstofverbindingen in een voor de planten assimileerbaren vorm overgaan. De humificatie van de organische stoffen en de nitrificatie van de organische stikstof worden dus door dierlijken mest bevorderd. Eene matige bemesting met chilispeter werkt soms gunstig, vooral in de eerste jaren na de droogmaking, wanneer de organische stoffen nog slecht gehumificeerd zijn (zie ook noot 65). In latere jaren — vooral bij geregelde bemesting met stalmest — zal bemesting met chilispeter waarschijnlijk wel achterwege kunnen blijven. De voorstanders van deze opvatting meenen, dat de beste wijze van bemesting wel deze is, om het ééne jaar stalmest en het andere jaar kunstmest (hoofdzakelijk kali en phosphorzuur) te geven. Tegenover de hierboven gegeven opvatting staat echter weer de meening van anderen, dat op gronden, als waar het hier om gaat, reeds van den begin af aan met eene rationeele bemesting met kunstmest volstaan kan worden.

Eene extra-kalkbemesting is in den regel niet noodig. Alleen wanneer het veen minder goed vergaan is of wanneer het gehalte aan schadelijke zwavelverbindingen zóó groot is, dat gevaar voor verzuring bestaat, kunnen extra-kalkbemestingen op hun plaats zijn. Men dient dan echter goed in het oog te houden, dat deze humushoudende gronden geen groote overmaat aan kalk kunnen verdragen en dat deze schadelijk werkende overmaat reeds aanwezig is, lang vóórdat de bodemzuren door de kalk geneutraliseerd zijn. Zeer waarschijnlijk berust de schadelijke werking van deze overmaat aan kalk hierop, dat de bacteriologische processen in den grond er door beïnvloed worden op eene wijze, die nadeelig voor den plantengroei is. Voorzichtigheid bij de kalkbemesting is dus dringend aan te bevelen. Op goeden laagveengrond is de kalkbemesting, die de grond met thomasslakkenmeel ontvangt, meestal reeds voldoende om in de kalkbehoefte te voorzien. Doch zelfs geregelde bemesting met thomasslakkenmeel kan op den duur te veel kalk in den grond brengen. Treedt dit stadium in, dan zal in plaats van slakkenmeel superphosphaat gegeven moeten worden. Het zal in elk geval zaak zijn de kalkbemesting bij kleine hoeveelheden te geven en telkens vooraf te controleeren, of het land wederom behoefte aan eene nieuwe kalkbemesting heeft.

Ten slotte mag niet uit het oog verloren worden, dat het totaal beschikbare kapitaal aan minerale plantenvoedende bestanddeelen in veengronden met hun laag volumegewicht (gewicht aan droge stof in K.G. per d.M³.) aanzienlijk geringer is dan in kleigronden, zoodat op veengronden bij onvoldoende bemesting al heel spoedig van rooibouw sprake kan zijn. Er zijn feiten, welke er op wijzen, dat deze rooibouw op sommige landerijen in

onze veenpolders heeft plaats gevonden en nog plaats vindt. Dit zijn onduldbare toestanden. Meer en meer moet het besef ingang vinden, dat tegenover de rechten van den eigenaar op den grond zijn dure plicht staat, om het hem toevertrouwde bezit op zoo goed mogelijke wijze in het belang der gemeenschap te gebruiken.

Slotsom. Vat ik de resultaten van mijn onderzoek nog eens in enkele woorden samen, dan kom ik tot deze slotsom, dat door de droogmaking van de plassen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht een strook land gewonnen zal worden, dat bij goede regeling van den waterstand en bij oordeelkundige bemesting voor de uitoefening, zoowel van den tuinbouw als van den akker- en weidebouw uitermate geschikt zal blijken te zijn.

Dit resultaat, gevoegd bij de groote behoefte, die er in ons land aan vergrooting van het oppervlak van voor de cultuur geschikte gronden bestaat, zal ongetwijfeld van gunstigen invloed zijn op de plannen tot droogmaking van de Utrechtsche plassen.

Mocht het evenwel ooit tot droogmaking van deze plassen komen, dan bedenke men, dat de mensch niet alleen leeft bij voedzaam broodkoren, maar dat ook de schoonheid van het landschap hem een gelukbrengende factor kan zijn. En met instemming haal ik hier de woorden aan door den heer W. H. DE BEAUFORT op de 31ste gewone Algemeene Vergadering van de Nederlandsche Heidemaatschappij gesproken ⁶⁶): „Het bewaren van het woeste, ongerepte, tot de ziel sprekende landschap is een ideaal, waaraan binnen den practischen horizon van den ontginner een plaats *moet* worden ingeruimd”.

NOTEN.

1) blz. 15. Een uniforme bodemnomenclatuur bestaat tot heden niet. Reeds in het jaar 1886 schreef VAN BEMMELEN (Verslag omtrent het onderzoek van eenige monsters aarde uit de Vinkeveense en Proostdijpolders, blz. 3) het volgende: „Het is van groot belang om de verschillende geaardheid der grondsoorten in de veenformatie met eigen benamingen te onderscheiden. Maar zooals het gewoonlijk gaat, er heerscht in de benamingen eene groote verwarring. De bekwame veenlieden onderscheiden de veensoorten wel nauwkeurig, maar de niet deskundigen werpen ze dooreen en *plaatselijk worden de benamingen verschillend toegepast*. Het gevolg daarvan is, dat wat de een eene goede grondsoort acht, door den ander voorslecht wordt gehouden; zij passen denzelfden naam op verschillende grondsoorten toe en komen daardoor met elkander in tegenspraak.”

2) blz. 15. Ter staving van den grooten omvang, dien het verlies aan land soms in deze gedeeltelijk uitgeveende plassen aanneemt, ontleen ik het volgende aan een artikel „Land en Water” voorkomende in het *Algemeen Handelsblad* van Zaterdag 12 Maart 1910 (Avondblad, 1e blad, pagina 1). De schrijver releveert eerst, dat de plannen tot droogmaking van de Loosdrechtsche plassen reeds dateeren van 1865, dus eenige jaren na de drooglegging der Haarlemmermeer. Er is tot heden echter nog niets gedaan. Dit ontmoedigt velen; „doch ook nog velen blijven hopen uitzien naar den dag, waarop de eerste spade in den grond van den drooggemaakten polder zal worden gestoken en de steeds naar meer hunkerende waterwolf niet meer hun huizen en erven zal bedreigen.” En verder: „Treurig is het om aan te hooren: Daar stond ik eenige jaren geleden nog te visschen op een flinken akker, nu is het alles water; dáár stonden voor eenige jaren turfhoopen met schuren, nu alles water; dáár werd eenige jaren geleden nog gehooïd, nu alles water.”

3) blz. 16. De oppervlakte land tot water is moeilijk op te geven. De bestaande topografische kaart is op dit punt niet juist meer (zie ook noot 2). Zoo geeft deze kaart bijv. bij plek 5, Kortenhoeft Westzijde den indruk van veel land met weinig water. De toestand was in 1913 echter reeds geheel anders. Ik taxeerde toen de verhouding van land tot water als 1 : 7. Dezelfde opmerking maakte ik bij plek 2, Hollandsch-Ankeveense polder.

4) blz. 23. Volgens mededeelingen van sommige bewoners moeten bezuiden plek 1, Kortenhoeft Oostzijde veel boomen in het veen liggen, in de richting Noord-Zuid, alle met de kruin naar het Zuiden.

5) blz. 24. Voor ondiepten in het diluvium in deze streken verwijs ik naar het *Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen* over 1913, blz. 79 en 80.

6) blz. 24. Voor het begrip „verzadigingstoestand” of „verzadigingsgraad” van den bodem verwijs ik naar een kort verslag van een in Maart 1918 te Delft gehouden voordracht over „Adsorptief onverzadigde gronden” (27ste *Jaarverslag van het Technologisch Gezelschap* te Delft, blz. 136 e.v.).

7) blz. 25. Ik herinner er hier aan, dat de onderzoekingen van WEBER geleerd hebben, dat de verdeling in hoog- en laagvenen slechts eene phasenonderscheiding is in de algemeene veenontwikkeling. Bij de ontwikkeling der venen verdringen in het algemeen plantenstaten elkaar en op de overblijfselen (de veenstoffen) der voorgaande vegeteeren nieuwe plantenstaten, die een geringer halte aan minerogene voedingsbestanddeelen als bestaansvoorwaarde eischen (zie o.a. VAN GIFFEN in de

Oudheidkundige Mededeelingen van het Rijksmuseum van Oudheden te Leiden, VII, 1913, blz. 72). In kalkrijk water vormt zich laagveen, in kalkarm water hoogveen; het eerste behoort tot de eutrophe veenstoffenformaties (veenstoffen, die rijk zijn aan aschbestanddeelen), het laatste tot de oligotrophe veenstoffenformaties (veenstoffen, die arm zijn aan aschbestanddeelen). Tusschen beide in staan de mesotrophe veenstoffenformaties, de Übergangsmoore. Zie verder ook de publicatie van MINSEN (noot 37).

8) blz. 25. Das Kalkbedürfnis Kalkarmer Moore und verwandter Böden von Dr. Br. TACKE in Bremen; *Jahrbuch der Moorkunde*, 2e Jrg., 1913, blz. 1.

9) blz. 25. Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden von Dr. M. FLEISCHER.

10) blz. 25. Tot mijn spijt was ik tot nu toe niet in de gelegenheid het zeer omvangrijke cijfermateriaal van dit hooionderzoek te publiceeren en ik vrees, dat er voorloopig ook weinig van zal komen. Misschien doe ik onder deze omstandigheden het beste, het ter beschikking te stellen van iemand, die lust en tijd heeft het tot eene publicatie te verwerken. Verder zij verwezen naar de volgende voorloopige mededeelingen:

19. De wenschelijkheid van een systematisch oncerzoek naar de samenstelling van de vornaamste landbouwgewassen, *Mededeelingen en berichten van de Geld. Overijsselsche Maatschappij van Landbouw* over 1913, no. II en

20. Tot welke gevolgtrekkingen geven aschanalysen van verschillende Nederlandsche hooisoorten aanleiding. *Jaarverslag van het Natuurwetenschappelijk Gezelschap te Wageningen* over 1913—1914.

11) blz. 27. Zie o.m. Die kolloidalen Stoffen im Boden und ihre Bestimmung von D. J. HISSINK, *Verhandlungen der II Intern. Agrogeologenkonferenz*, Stockholm, 1910; Ueber die Bedeutung und die Methode der chemischen Bodenanalyse mit starker heisser Salzsäure von D. J. HISSINK, *Intern. Mitt. für Bodenkunde*, V. Bd, 1915; Het verweeringssilicaat B in den bodem door D. J. HISSINK, *Archief voor de Suikerindustrie in Ned. Indië*, no. 21, 1915.

12) blz. 27. Grond, die te veel fijne bestanddeelen bevat, wordt te zwaar en dus uit physisch oogpunt minderwaardig. De aanwezigheid van verweeringssilicaat B (zie noot 11) en van onverweerde mineraalfragmenten (gewoonlijk kortweg „zand” genoemd) is dus niet van belang ontbloot.

13) blz. 28. Die Böden arider und humider Länder von E. W. HILGARD (Berkeley), *Intern. Mitt. für Bodenkunde* I, blz. 421.

14) blz. 28. *Die Bodenkunde* von Prof. Dr. ADOLF MAYER 1905, blz. 80.

15) blz. 28. Over Deli-grond en Deli-tabak door Dr. A. VAN BYLERT, *Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin* (Buitenzorg), no 43, blz. 65.

16) blz. 28. Vierde verslag over de onderzoekingen betreffende op Java gecultiveerde theeën door Dr. P. VAN ROMBURGH en C. E. J. LOHMAN, 1897, blz. 31. Deze publicatie is als bijlage I opgenomen in het *Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg* over het jaar 1896 (blz. 123—169).

17) blz. 28. Ueber die Entstehung und Zersetzung von Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoffassimilation, von F. LÖHNIS und H.H. GREEN; *Centralbl. f. Bakt.*, Bd. 40, 1914, S 52.

18) blz. 29. Zeer merkwaardig is ook het volgende resultaat. „Der im Strohhumus enthaltene Stickstoff wurde nicht nitrifiziert, im Gegenteil wirkt der Strohhumus ebenso nitrifikationshemmend wie das Stroh selbst” (*Intern. Mitt. f. Bodenkunde*,

Bd. VI, blz. 61) Zie mede over deze kwestie: Ueber den Stickstoffhaushalt der Böden und die Wirkung von Stroh und Zucker von O. LEMMERMANN und A. EINEKE, *Die landw. Vers. Stationen*, Bd. 93, 209—220 (1919) en vooral het zeer belangrijke artikel van N.V. JOSHI in *The Agricultural Journal of India*, Vol. XIV, part. III, blz. 395 over de nitrificatie door verschillende groene bemestingen. Van dit laatste artikel is een uitstekend referaat verschenen in *het Archief voor de Suikerindustrie in Ned. Indië*, Jrg. 27 (1919), blz. 1776—1791.

19) blz. 29. Agrikultur-chemische Untersuchungen, Versuche und Analysen mit besonderer Berücksichtigung Schleswig-Holsteinischer Landesverhältnisse. *Eine Festschrift*, 1895; blz. 229.

20) blz. 29. EMMERLING vermeldt nog een klasse VI zandgronden met een gemiddeld humusgehalte van 3,8 pCt. tegen een gemiddeld gloeiverlies van 6,14 pCt. De verhouding humus : gloeiverlies zou hier dus als 1 : 1,61 zijn (blz. 229). Ik heb mij langen tijd tevergeefs afgevraagd, waaraan dit groote verschil in humusgehalte en gloeiverlies bij zandgronden met een betrekkelijk laag kleigehalte moest worden toegeschreven. Bij narekening van de gemiddelde gehalten uit de tabel op blz. 181 (Sandboden, Klasse 6), bleek onmiddellijk de door EMMERLING gemaakte fout. De gemiddelden zijn voor het gloeiverlies opgemaakt uit 10 cijfers, terwijl van het tiende monster (no. 145), dat juist een hoog gloeiverlies heeft (13,25 pCt.) geen humusgehalte bepaald is. EMMERLING telt dit monster echter wel mee. Laat men het weg, dan wordt van de overblijvende 9 monsters het gemiddelde gloeiverlies 4,67 pCt. en het gemiddelde humusgehalte 3,8 pCt., zoodat de verhouding 1,23 wordt.

21) blz. 30. Indertijd is op het Rijkslandbouwproefstation-Wageningen het gehalte aan vastgebonden water in verschillende keileemen onderzocht. Het bedroeg van 4,73 pCt. in zware tot 1,71 pCt. in lichtere keileem. (Zie Verslagen van Landbouwkundige onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, no. VIII, 1910 „Over het Keileem in het Nederlandsch Diluvium door Dr. G. H. LEOPOLD).

22) blz. 31. Aan het korte overzicht van een voordracht, gehouden op 12 October 1915 voor het Natuurwetenschappelijk Gezelschap te Wageningen (zie Jaarverslag 1915—1916) is het volgende ontleend. Van de totaal aanwezige hoeveelheid basen (oplosbaar in warm sterk zoutzuur) komt voor in losgebonden vorm (uitwisselbaar door warm ammoniumchloride) in procenten uitgedrukt:

Grondsoort	Katteklei (Zuid-Holland)			Oude Rivierklei (Betuwe).			Gemiddeld.	
	B no.	63	64	65	54	55		56
Ca O		70,8	75,2	70,9	79,0	81,9	81,1	76,5
Mg O		6,7	4,0	5,0	5,9	6,1	5,1	5,5
K ₂ O		3,2	3,3	2,6	2,3	2,1	2,0	2,6
Na ₂ O		16,6	29,0	17,1	n b.	n.b.	n b.	20,9

23) blz. 31 De mikrobodemorganismen zijn dus mede de oorzaak, dat de tengevolge van het assimilatieproces van de planten uit het koolzuur der lucht gevormde koolstofverbindingen weer in koolzuur worden omgezet. Bij dit dissimilatieproces keeren bovendien de in de plantenresten opgehoopte minerale bestanddeelen (P₂O₅, S O₃, K₂O, Ca O, Mg O, Fe₂O₃, Mn O) in den mineralen toestand terug. Het assi-

milatie-proces is tevens een mineralisatie-proces. Zie o.a. *De Bodem* door D. J. HISSINK (bij J. H. DE BUSSY, Amsterdam, 1917).

24) blz. 32. *Centralbl. f. Bakt.* 2de afdeeling, Bd. 1, blz. 1.

25) blz. 32. Zie o.a. *Het biochemische reductieproces in den bodem* door C. A. H. VON WOLZOGEN KÜHR JR.; *Archief Suikerindustrie in Ned.-Indië*, Jrg. 23 (1915), blz. 503.

26) blz. 32. Deze en de verder volgende aanhalingen van VAN BEMMELEN zijn ontleend aan: *Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem in Nederland*, uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 1886. — Zoo bevatte de zure grond I⁵, afkomstig uit het Buitendijksland van den Noordpolder in het Y (N op de kaart) — afgezien van de aan alkaliën gebonden, in water oplosbare sulfaten — verder als FeS₂ en S nog 8,2 pCt. SO₃. (blz. 71 en Tafel I).

27) blz. 33. Zie o.m. Ueber die Umwandlungen von Schwefel und Schwefelverbindungen im Ackerboden, ein Beitrag zur Kenntnis des Schwefelkreislaufes von H. KAPPEN und E. QUENSELL, *Die landw. Vers. Stationen*, Bd. 86, blz. 1—34.

28) blz. 34. M. MAERCKER, *Z. des landw. Vereins der Provinz Sachsen*, 1874. Zie ook J. KÜNIG, *Die Untersuchung landw. und gewerblich wichtiger Stoffe*, 1911 (4e druk), blz. 127.

29) blz. 34. Über die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern von V. RÖDT, Berlin; *Die Naturwissenschaften*, Jrg. 5, blz. 102—104 (1917).

30) blz. 37. MAYER, *Lehrbuch der Agrikulturchemie*, 1906, Bd. 2, blz. 232; ook LÜHNIS, *Handbuch der landw. Bakteriologie*, 1910, blz. 795.

31) blz. 40. Volgens sommige onderzoekers o.a. ook volgens VAN BEMMELEN, zou het gehalte aan koolzure kalk in humushoudende gronden tengevolge van de ontleding van de organische stoffen, waarbij zich o.a. koolzuur vormt, niet met nauwkeurigheid te bepalen zijn. Het onderzoek van SÜCHTING (*Kritische Studien über Humussäuren* I. Eine verbesserte Methode zur Bestimmung des Säuregehaltes von Böden, von Dr. H. SÜCHTING, Bremen; *die landw. Vers.-Stationen*, Bd. 70 (1909), blz. 13—52) toonde echter aan (blz. 40) „dass keiner von den doch sehr heterogenen Böden eine Zersetzung der organischen Stoffe und Abspaltung von Kohlensäure in angesäuerter Lösung zeigt. Auch die untersuchte Pflanze, die in lebendem Zustand verwendet worden ist, zersetzt sich nicht unter Kohlensäure — Abspaltung in saurer Lösung, obwohl gerade sie doch eine Menge sehr labiler Körper enthält”.

32) blz. 41. Zie voor de gevolgdde methode mijne publicatie: De methode van het mechanisch bodemonderzoek, Jaarverslag Studiebelangen over 1915—1916, blz. 41—80. Ook Archief voor de Suikerindustrie in Ned.-Indië, 1916, no. 31. In de eerste publicatie is een fout ingeslopen, die ik in het Jaarverslag 1917 verbeterd heb. Onbegrijpelijkwijze is in deze verbetering weer een fout geslopen, waar ik thans op wijs. De formule, die het verband tusschen de straal van het deeltje r en den afgelegden weg in één seconde V aangeeft (alles in centimeters uitgedrukt) luidt: $V = 34720 r^2$. Het S. G. moet echter op 2,752 gesteld worden.

33) blz. 41. VAN BEMMELEN vond in nog met zeewater gedrenkte gronden natuurlijk ook K₂SO₄ en MgSO₄.

34) blz. 42. VAN BEMMELEN meent, dat de pyriet en de zwavel, die in de door hem onderzochte kleigronden voorkomen, al vrij spoedig geoxydeerd worden, zooals uit de volgende aanhaling kan blijken (blz. 66): „Is deze aarde (bedoeld wordt een grond, die rijk aan pyriet is) aan de lucht en het hemelwater blootgesteld geweest

en tevens aan bewerking, dan is de pyriet geheel of grootendeels verdwenen en ook een groot deel der zwavel; zij moeten oxydatie hebben ondergaan." Ik heb evenwel in de publicatie's van VAN BEMMELEN geen feiten aangetroffen, waar deze uittaling op steunt. Met het oog op de groote moeite, die het kost de in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen van de Vechtmonsters in het laboratorium in koningswater opgelost te krijgen, heb ik mij afgevraagd, of de aanwezigheid van groote hoeveelheden organische stof de oxydatie van de zwavelijzerverbindingen niet tegenhoudt. In dit verband zij er op gewezen, dat de monsters van VAN BEMMELEN slechts betrekkelijk geringe hoeveelheden organische stof bevatten. Ik heb evenwel eenige van de Vechtmonsters (no 14, 78, 79), die rijk aan in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen zijn, eerst van organische stoffen bevrijd, zoowel door zacht te gloeien als door te koken met sterk zoutzuur en nà-behandeling met loog. Achterbleef toen een zwart gekleurd poeder, waaruit zelfs bij dagenlang indampen met koningswater geen zwavelzuur in oplossing was te krijgen. Nà toevoeging van een weinig kaliumchloraat verscheen ten slotte eenig zwavelzuur in oplossing. De resterende stof bleef evenwel zwart gekleurd. Bij smelten van deze zwarte stof met soda en salpeter of met soda en kaliumchloraat, verdwijnt de zwarte kleur en gaan de zwavelverbindingen kwantitatief in zwavelzuur over. VAN BEMMELEN verkrijgt bij het onderzoek van de kleigronden andere resultaten. In tabel VIIb (zie noot 26, publicatie VAN BEMMELEN, achter den text) geeft deze onderzoeker een overzicht van de zwavelzuurbepalingen. Er zijn nagenoeg geen verschillen tusschen de resultaten verkregen door behandeling met koningswater en nà smelting met soda en salpeter. Ik kan hier aan toevoegen, dat ik in enkele zeekleigronden ook bij behandeling met koningswater alle zwavel in oplossing kreeg. Mogelijk is er op dit punt verschil tusschen de kleigronden en de veengronden. Een nader onderzoek zal dit moeten uitmaken. Uit een en ander volgt, dat de zwavelijzerverbindingen toch wel uiterst moeilijk te oxydeeren zijn. Nu weet ik wel, dat processen, die in het laboratorium met behulp van krachtig werkende agentia langzaam verlopen, zich in de natuur — misschien met medewerking van bacteriën — soms heel vlug kunnen afspeelen en het is mogelijk, dat dit ook hier het geval is. In elk geval is het van belang de snelheid van de oxydatie van de niet in zoutzuur oplosbare zwavelijzerverbindingen in sterk humushoudende gronden eens na te gaan. Ik volsta thans met deze opmerking, dat de in 1913 genomen Vechtmonsters, die toen gedroogd en bemonsterd zijn, thans nog weinig van deze omzetting vertoonen, voor zoover dat althans bij het onderzoek van een enkel monster gebleken is.

35) blz. 42. Volgens VAN BEMMELEN (blz. 99) werkt bij langdurig schudden met water het zwavelzuur o.a. op Al_2O_3 en Fe_2O_3 in, waardoor ook van deze bestanddeelen iets als sulfaten in oplossing gaat. In de onderzochte monsters komt echter geen vrij zwavelzuur in de waterige extracten voor.

36) blz. 44. In plaats van met soda en salpeter kan men ook volgens BÖCKMANN met soda en kaliumchloraat samensmelten. Volgens TREADWELL is deze methode evengoed.

37) blz. 44. Nadat het onderzoek van de Vechtmonsters beëindigd was, kreeg ik kennis van de volgende publicatie van MINSEN: „Beiträge zur Kenntnis typischer Torfarten (Vorläufige Mitteilung) von H. MINSEN; *Landw. Jahrbücher*, Band 44 (1913), blz. 269—330." MINSEN vergelijkt in deze publicatie o.m. de gehalten aan zwavelzuur verkregen door verasching en door verbranden in den calorimetrischen bom. In het laatste geval zijn de uitkomsten gewoonlijk hooger. Mocht het later noodig blijken nogmaals het gehalte aan in zoutzuur onoplosbare zwavelijzerverbindingen te bepalen, dan zal met de resultaten van MINSEN'S onderzoek rekening gehouden moeten worden. In verband met het op blz. 35 medegedeelde omtrent het

niet-voorkomen van kristallijne zwavelijzerverbindingen in de onderzochte Vechtmonters, haal ik hier nog de volgende uitspraak van MINSEN aan: (blz. 313—314): „In den meisten Schilftorfen desgleichen in manchen Muddebildungen, namentlich den Torfmudden, lässt sich mikroskopisch Doppelschwefeleisen nachweisen.“ Of hier echter de kristallijne vorm bedoeld wordt, zegt MINSEN niet.

38) blz. 55. Voor eene beschrijving van deze dalgronden en de ziekten, die er op kunnen voorkomen, verwijs ik o.m. naar de publicatie van SJOLLEMA en HUDIG, voorkomende in de Verslagen van de proefstations (V, blz. 29—117).

39) blz. 56. Zie de publicatie van VAN BEMMELEN, noot 1.

40) blz. 58. Zie Kort Verslag van de landbouwkundige onderzoekingen van het Rijkslandbouwproefstation-Wageningen, loopende tot 1 Januari 1912, blz. 6—7.

41) blz. 70. Zie over de schijnbare adsorptie van het phosphorzuur o.m. *Bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem* door D. J. HISSINK, Groningen; V Een en ander over de beteekenis van het adsorptievermogen van den bodem voor de praktijk; *Cultura Jrg. 31* (1919).

42) blz. 72. Zeer lezenswaardig is hetgeen HILGARD (*Soils*, 1906) over dit onderwerp schrijft (blz. 126 e.v.).

43) blz. 72. Zie FLEISCHER (noot 9) blz. 3.

44) blz. 72. C. VON SEELHORST (*Handbuch der Moorkultur*, 1914, blz. 11) zegt o.m.: „Beschleunigend auf die Zersetzung wirkt die Gegenwart von Kalk. Der Grund dieser Einwirkung ist vielleicht darin zu suchen, dass der Kalk das Bestreben hat, sich mit den bei der Zersetzung entstehenden Humussäuren zu verbinden, welche konservierend auf die organische Substanz wirken. Ein Mangel an Kalk wird deshalb der Konservierung förderlich sein.“

45) blz. 72. Aangehaald uit het *Jahrbuch der Moorkunde*, 1. Jahrgang 1912, blz. 144—145.

46) blz. 73. Zie over de toename van het stikstofgehalte van de organische stof bij het ontledingsproces MAYER, *Bodenkunde* 1905, blz. 78, laatste noot; HILGARD, *Soils*, blz. 135; verder 139—141, vooral de tabel blz. 140.

47) blz. 74. *Landw. Jahrbücher*, Band 2 (1873); ook EMMERLING (noot 19) blz. 230.

48) blz. 74. Zie over humied en aried klimaat in „*De Bodem*“ door D. J. HISSINK (bij J. H. DE BUSSY, Amsterdam, 1917), blz. 28.

49) blz. 74. Zie ook RAMANN, *Bodenkunde*, blz. 163.

50) blz. 75. Zie VON SEELHORST (noot 43), blz. 11 onderaan. Zie ook noot 37 (MINSEN, blz. 328, Conclusies sub. 1, 2 en 3).

51) blz. 76. Onderzoek van eenige grondsoorten in Deli door Dr. A. VAN BYLERT; *Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin*, XXI.

52) blz. 76. Onderzoek van eenige grondsoorten in Deli; *Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin*, XXVI, blz. 53.

53) blz. 80. Terwijl ik bezig ben deze publicatie voor den druk gereed te maken, komt mij de belangrijke verhandeling van SVEN ODÉN, Upsala over „Die Huminsäuren“ (*Kolloidchemische Beihefte*, Band XI) in handen. Ik vermeld hier alleen, dat ODÉN getracht heeft den ontledingstoestand van de organische stof te bepalen door de kleur van een op bepaalde wijze bereid bodemextract kolorimetrisch te vergelijken met de kleur van een normaal-oplossing van acidum humicum (Merek). Op grond van deze methode stelt ODÉN een „Humifizierungszahl“ vast. Met behulp van deze getallen gaat hij vervolgens de humificatie van verschillende veengronden

na. Van eenige conclusies haal ik de volgende aan (blz. 197 van de Sonderausgabe): „die Humifizierung der Moorböden wird durch Entwässerung in hohem Grade beschleunigt.“ Ten slotte zegt ODÉN (blz. 198—199): „Weitere Untersuchungen über die Humifizierung verschiedener sowohl entwässerter wie nicht entwässerter Moorböden würden sicher lohnend sein. Die oben mitgeteilten Untersuchungen machen keinen Anspruch darauf, etwas anderes als ein *erster Versuch* zu sein, den Humifizierungsprozess quantitativen Messungen zugänglich zu machen. Die grossen Mengen von Faktoren, welche die Humifizierung wohl veranlassen, machen es am ratsamsten, sich nicht auf allzuviel theoretische Spekulationen einzulassen. Soviel dürfte jedoch ersichtlich sein, dass es in bezug auf undrainierte Moorböden auch vom Humifizierungsstandpunkt aus wenigstens zwei verschiedene Typen gibt, einen Niedermoor- und einen Hochmoortypus. Hierbei sind jedoch nur drei Torfarten, nämlich *Sumpfniedermoor*torf, *Vaginatum*-Moortorf und *Fusum*-Moortorf, untersucht worden. Es wäre aber interessant, zu erfahren, wie sich die übrigen Torfarten in dieser Hinsicht verhalten. Nach Entwässerung geht die Humifizierung schneller vor sich und scheint in verschiedenen Moorböden verschieden zu verlaufen. Eine eingehendere Untersuchung hierüber ist besonders von forstlich-landwirtschaftlichem Standpunkt aus interessant und könnte auch sicher die Gesetze genauer feststellen, denen die Humifizierungsprozesse in den Moorböden folgen.“

54) blz. 90. In verband hiermede zij de lezing van een artikel van Dr. BR TACKE (Bremen) „Das Kalkbedürfnis kalkarmer Moore und verwandter Böden“ in het *Jahrbuch der Moorkunde* (2. Jrg. 1913, 1—22) aanbevelen. Uit dit artikel deed ik reeds in mijn opstel „Het Bodemkalkvraagstuk“ (Cultura, 1915) eenige aanhalingen. Ik vestig in het bijzonder nog eens de aandacht op het slot (blz. 22), waarin TACKE concludeert, „dass man auch bei Kalkarmen Sand- und Moorböden auf eine recht lange Dauer der Kalkwirkung rechnen kann und eine Nachkalkung erst dann wiederholen soll, wenn die Notwendigkeit einer solchen erst durch einige vergleichende Versuche festgestellt worden ist.“ En wat voor kalkarme hoogveengronden opgaat, geldt in des te sterker mate voor kalkrijke laagveengronden. Onlangs is eene publicatie van DENSCH verschenen (Beziehung zwischen der Azidität des Moorbodens und der Kalkdüngung von Dr. DENSCH, Bremen; *Mitteilungen der Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche*, Jrg. 37, 1919, 49—56; ook *BIEDERMANN'S Zentralblatt*, 48. Jrg., 1919, 449—451), waarin het bodemkalkvraagstuk opnieuw besproken wordt. Ook in deze publicatie wordt wederom op de schadelijke werking van een teveel aan kalk gewezen. Thomasslakkenmeel oefent soms reeds eene schadelijke werking uit Alleen bij veengronden, wier organische stof zich in een slecht ontledingsstadium bevindt, is kalkbemesting aan te bevelen; overigens „wird man die Kalkdüngung auf das äusserste Mass beschränken oder auch ganz ersparen können.“ Zie verder ook FLEISCHER (noot 9) blz. 29; ook noot 64.

55) blz. 92. In eenige publicaties heb ik er opgewezen, dat de calcium-ionen in normale kleigronden onder de adsorptief gebonden kationen sterk op den voorgrond treden. In humushoudende zandgronden is dit in iets mindere mate het geval. Zie o.m. mijne bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem, III Over de bindingssterkte van den bodem voor adsorptief gebonden basen (*Chemisch Weekblad*, Deel 16, 1919, blz. 1134).

56) blz. 94. HISSINK, *De Bodem*, blz. 68.

57) blz. 94. HISSINK, *De Bodem*, blz. 59—65, vooral blz. 60.

58) blz. 94. Zie FLEISCHER (noot 9), blz. 10—11: „Nur die „stauende Nässe“, nicht aber das „fliessende“ an Sauerstoff reiche Wasser schadet den Wiesenpflanzen.“ Zie ook HISSINK, *De Bodem*, blz. 61, waar de aandacht gevestigd wordt op het

ook op Java bekende feit, dat stilstaand water veel minder gunstig is voor de ontwikkeling van de rijstplanten bij de natte rijstcultuur dan zacht stroomend water.

59) blz. 95. Zie de beide in noot 10 vermelde publicaties.

60) blz. 96. Zie Verslag over de Rijkslandbouwproefvelden in de provincie Overijssel in 1914, blz. 4.

61) blz. 96. *Jahrbuch der Moorkunde*, 1. Jrg., 1912, blz. 140.

62) blz. 97. Ik verwijs hier verder naar mijne uitspraken in de sub noot 10 genoemde publicaties.

63) blz. 97. In dit verband veroorloof ik mij het volgende uit mijne publicatie over de wenschelijkheid van een systematisch onderzoek naar de samenstelling van de voornaamste landbouwgewassen (zie noot 10) aan te halen (blz. 17—19). Ik had gewezen op de lage gehalten van het Kampereiland hooi aan kalk en phosphorzuur en liet toen volgen: „Ook anderen hebben er op gewezen, dat het Kampereiland hooi arm aan minerale bestanddeelen, in het bijzonder aan kalk wezen moet. Ik bedoel de in September 1908 door de Gemeente Kampen benoemde commissie, bestaande uit de Heeren Mr. W. J. Baron VAN DEDEM, J. HOLTLAND Dzn. en H. WIBBENS, die in het jaar 1910 een „Rapport inzake het Kampereiland” heeft uitgebracht, welk rapport is opgenomen in de *Kamper courant* van Zondag 20 Maart 1910. Tweede Blad Deze Commissie heeft onder meer de vraag gesteld, of er geen roofofbouw op het eiland gepleegd wordt en zij meent zelfs ten opzichte van de kalk een positief oordeel te kunnen uitspreken. Het zij mij vergund het volgerde uit dit Rapport voor te lezen:

„Dat er werkelijk gebrek aan kalk op het eiland bestaat, is duidelijk gebleken op het Rijksproefveld, dat voor eenige jaren op het erf 50 is aangelegd. Dat proefveld is naast andere meststoffen bemest met slakkenmeel en superphosphaat. Nu zit in deze meststoffen eene aanzienlijke hoeveelheid kalk. Hoewel eene directe verhooging der hooiopbrengst niet kon worden geconstateerd, bleek toch op de nawei al de gunstige uitwerking der kunstmeststoffen. Toen toch weidden de koeien bij voorkeur op het proefveld, en het was zelfs zoo erg, dat een der koeien bepaald moest worden opgestald, daar zij buiten het proefveld niet meer wilde grazen, en liever honger leed, dan buiten het proefveld te moeten weiden. Dat is zonder twijfel een gevolg van het gebruik van kalkhoudende meststoffen, daar het een bekend feit is, dat het instinct der dieren hen naar het kalkrijke gras leidt, als noodig zijnde voor den opbouw van hun lichaam en voor de vorming van de melk. Hieruit volgt dus, dat een gedeeltelijke verarming van den grond zeer zeker plaats heeft. Hoogstwaarschijnlijk heeft bij de tegenwoordige wijze van exploiteeren op den duur ook eene verarming aan phosphorzuur plaats.”

Het oordeel van deze Commissie vindt steun in mijne cijfers, het Kampereiland hooi is niet rijk aan phosphorzuur, het bevat weinig kalk.

Hoe is nu aan dit gebrek tegemoet te komen? Zooals ik reeds opmerkte, hangt de scheikundige samenstelling van het hooi ten nauwste samen met de botanische samenstelling, in het bijzonder met den rijkdom van het hooi aan leguminosen, maar het gehalte van het hooi aan leguminosen houdt weer verband met den rijkdom van den bodem aan phosphorzuur en kalk. Het is een bekend verschijnsel, dat eene bemesting met phosphorzuur en kalk den groei van de leguminosen sterk bevordert. Men zal dus door eene bemesting met phosphorzuur en kalk hooi met hooger gehalte aan phosphorzuur en kalk krijgen, maar de botanische samenstelling van het hooi zal tevens eene wijziging ondergaan.

Het is om deze reden, dat ik niet gaarne den raad zou geven in den blinde weg met minerale meststoffen te gaan bemesten, dat wil zeggen met kalk, met kalizouten

en met superphosphaat of met thomasslakkenmeel. Men weet nog te weinig af van de factoren, die de kwaliteit van het hooi bepalen en het Kampereiland hooi heeft een te goeden naam, dan dat men niet met groote voorzichtigheid in deze te werk zou moeten gaan. Bemestingsadviezen kan en wil ik hier niet geven, maar ik wensch er toch op te wijzen, dat misschien eene kleine bemesting met phosphorzuur en kalk goed zal werken, terwijl eene overmatige bemesting met deze bestanddeelen de kwaliteit van het hooi zou kunnen verminderen, omdat eene eenzijdige phosphaatbemesting op kleigrond zeer dikwijls eene sterke vermeerdering van minderwaardige vlinderbloemige planten in het grasland tengevolge heeft. Vooral steenklaver kan daardoor verbazend sterk vermeerderen; doch ook rolklaver, hopperups, veldlatherus en vogelwikke kunnen sterk in aantal vooruitgaan. Een gering procent van deze planten in het hooi is nadeelig, maar het eenzijdig voorkomen ervan vermindert de hoeveelheid en benadeelt sterk de kwaliteit. Ik heb wel land gezien, schrijft de heer A. RAUWERDA in „*de Veldpost*” van Zaterdag 9 Augustus 1913 (blz. 992), dat onder den invloed van deze eenzijdige bemesting grootendeels bezet was met steenklaver, die de grassen bijna geheel onderdrukt had. Vooral in een koud voorjaar kan dit het geval worden, omdat de bodem dan voor de gewassen geen opneembare stikstof beschikbaar heeft en deze vlinderbloemigen zich kunnen voeden met de stikstof uit de dampkringslucht.

Het eenige, wat ik dus wil aanraden, is het nemen van proeven — door de betrokken personen — en de Kampereilanderpachtersbond kan dan hier goed werk verrichten — onder deskundige leiding en met steun van het gemeentebestuur. Bij het nemen van deze proeven moet men zich echter niet beperken tot het wegen van hooi van de verschillende proefvelden, maar men dient tevens een onderzoek in te stellen naar de geheele bodemgesteldheid en vooral de botanische en de scheikundige samenstelling van het geoogste hooi te bepalen, want het zal aan het slot van mijne inleiding, naar ik hoop, U duidelijk geworden zijn, dat de nauwkeurige kennis van de scheikundige samenstelling van het hooi, evenals van alle landbouwgewassen, voor ons van het allerhoogste belang is.

64) blz. 100. In dit verband haal ik hier de volgende uitspraak van FLEISCHER (zie noot 9) aan (blz. 29): „Bei den allermeist recht kritiklosen Anpreisungen einer Kalkzufuhr auch auf Niedermoor hat man auch weniger eine Vermehrung des K. lks in seiner Eigenschaft als Pflanzennährstoff als vielmehr den wohlthätigen zetzenden Einfluss im Auge, den Kalk und Mergel auf das rohe Moor ausüben sollen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass in einem richtig entwässerten kalkreichen Moor auch unter dem Einfluss des natürlichen Bodenkalks — sei dieser an Kohlensäure oder an Humussäuren gebunden — die Umwandlung der noch unzersetzten sperrigen Pflanzenteile in einen erdigen Humus sich verhältnismässig schnell vollzieht, und eine künstliche Zufuhr von Kalk ganz erfolglos bleibt, wenn sie sich gar ungünstig wirkt, worauf manche Erfahrungen hindeuten.”

65) blz. 100. FLEISCHER (zie noot 9) meent, dat eene stikstofbemesting voor laagveengronden in het algemeen niet noodig is, speciaal niet voor hooi- en weiland. „Nun wirken erfahrungsmässig stickstoffreiche Dungstoffe, wie Jauche, Kompost, Stalldünger (insbesondere, wenn er bei Einstreu von Torfmüll gewonnen ist), in sehr vielen Fällen belebend auf den Graswuchs der Hochmoore wie der Niedermoores. Unentschieden aber bleibt, ob diese Wirkung auf den Stickstoffgehalt jener Düngemittel und nicht vielmehr auf die dadurch geförderte Tätigkeit der Bakterien und anderer Lebewesen des Bodens und die durch sie bewirkte Bodengare zurückzuführen ist.” (FLEISCHER, blz. 30).

66) blz. 100. *Tijdschrift van de Nederlandsche Heide-Maatschappij*, Jrg. 31, blz. 310. Zie eveneens een artikel van RINKE TOLMAN over „Natuurmonumenten” in de *Nieuwe Rotterdammer Courant* (1919).

Untersuchung von Boden- und Baggererdeproben¹⁾ aus Poldern und Seen östlich der Utrechter Vecht, in Zusammenhang mit den Plänen zur Trockenlegung dieser Seen. Beitrag zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von Flachmoorböden.

(Kurze Zusammenfassung obiger Ausführungen).

Westlich des Hügellandes von Gooiland haben sich in früheren Zeiten auf dem diluvialen Sande Flachmoore gebildet, die im Westen durch den früheren Rheinarm der Utrechter Vecht begrenzt wurden. Diese Moore sind z. T. abgetorft. In den nicht abgetorften Teilen findet man schmale Strecken Landes, „Legakker“ genannt, welche durch ziemlich breite Gräben von einander getrennt sind. Das übrigbleibende Land ist kein ruhiger und ungestörter Besitz; es wird andauernd vom Wellenschlag angegriffen.

Bereits im Jahre 1865, also einige Jahre nach der Trockenlegung des Haarlemmer Meeres, wurden bereits Pläne für die Trockenlegung der Loosdrechter Seen vorgelegt. Doch erst ungefähr ein halb Jahrhundert später wurde durch Königlichen Beschluss vom 10.11.1911 Nr. 30 eine Staatscommission ernannt, mit dem Auftrage, „eine Untersuchung bezüglich der Trockenlegung der Seen östlich der Utrechter Vecht anzustellen“. Die vierte durch diese Kommission zu beantwortende Frage lautete: „Welchen Wert kann man pro ha des trockengelegten Geländes annehmen?“. In seinem Schreiben vom 20.1.1913 wies der Landwirtschafts-Minister die landwirtschaftliche Versuchstation in Wageningen an, der Staatskommission bei der Beantwortung dieser vierten Frage behilflich zur Seite zu stehen. Meine Arbeiten nach dieser Richtung hin sind ausführlich in der vorangegangenen Publikation niedergelegt, während die wichtigsten Ergebnisse besonders nach der praktischen Seite hin in diese Uebersicht aufgenommen werden sollen.

Nach der Trockenlegung der Seen wird der neue Boden in den trockengelegten Poldern aus einem Gemenge von diluvialen Sand mit Baggererde und dem „Legakkerboden“ bestehen, unbeschadet den Fall, wo noch genügende „Legakker“ vorhanden sind, um auf sich selbst ohne Vermengung mit dem darunter liegenden Sande einen Ackerboden von genügender Dicke abzugeben. Es sind also die Baggererden und die Legakkerböden, die in der Hauptsache

¹⁾ Im holländischen Text steht „bagger“ und „baggerraarde“. Gemeint sind die Reste der Torfsubstanz, welche nach der Abtorfung auf dem Boden der Seen hinterbleibt. Für die Zusammensetzung siehe Tabelle 4, Rubriken C und D. Vielleicht könnte man am besten von „Moder, Modererde, Moderbildungen“ sprechen (siehe RAMANN, Bodenkunde, 175.) Ich habe überall Baggererde stehen lassen.

den Wert des neuen Bodens bestimmen werden, und man muss deshalb Antwort geben auf die folgenden zwei Fragen:

- 1.) Ist genügend Baggererde und Legakkerboden vorhanden, um eine Bauschicht von genügender Dicke zu geben,
- 2.) Ist der vorhandene Bagger- und Legakkerboden von genügender Fruchtbarkeit?

Für die Beantwortung der ersten Frage ist es nötig, die Mächtigkeit der Baggerschichten in den Seen und in dem Legakkergebiet und die mittlere Mächtigkeit der Torfschichten der Legakker bei einer hinreichenden Anzahl von Stellen zu bestimmen. Für die genaue Beantwortung der Frage 1 muss zugleich das Verhältnis von Land (Legakker) und Wasser (Gräben) in dem Legakkergebiet festgestellt werden.

Die zweite Frage, ob die Bagger- und Legakkerböden von genügender Fruchtbarkeit sind, ist schwerer zu beantworten, da es — allgemein gesprochen — bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Gesetze für die Fruchtbarkeit eines Bodens zahlenmässig auszudrücken. Wohl ist es möglich, verschiedene physikalische und chemische Grössen des Bodens zu bestimmen und in Zahlen auszudrücken, aber man weiss noch nicht in genügendem Masse, ob und in wiefern diese Grössen mit dem Fruchtbarkeitszustande des Bodens in Verbindung stehen. Der einzige Weg, den die Bodenuntersuchung unter diesen Umständen vorläufig einschlagen kann, um wenigstens etwas von dem Fruchtbarkeitszustande des Bodens zu erfahren, ist der folgende: Durch vorausgehende Untersuchungen müssen die wichtigsten physikalischen und chemischen Grössen, die vermutlich mit dem Fruchtbarkeitszustande des Bodens in Verbindung stehen, von den typischen Bodenarten bestimmt und in Zahlen ausgedrückt werden. Die zu untersuchenden Böden werden dann auf ganz dieselbe Weise untersucht, wobei man dann die erhaltenen Zahlen mit den feststehenden Zahlen der Bodentypen vergleichen kann. So weit es sich um die Feststellung von Normen für die Beurteilung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens handelt, ist die Bodenuntersuchung bisjetzt noch fast ausschliesslich von vergleichender Art.

Es handelt sich hiernach also zunächst darum, nicht allein Baggererdeproben und Legakkerböden aus den Seen östlich der Vecht zu untersuchen, sondern auch Böden von demselben Bodentypus mit in Untersuchung zu nehmen, die bereits in Kultur waren, und von denen Erfahrungen über ihren Fruchtbarkeitszustand vorliegen. Es muss also eine Untersuchung eingeleitet werden über Niedermoorböden im allgemeinen, das sind also Böden, welche aus organischen Stoffen, vom Flachmoor herrührend bestehen, vermengt mit mehr oder weniger mineralischen Bestandteilen. Bestimmte Grenzen für den Gehalt von diesen oder jenen Bestandteilen kann man nicht

geben. Die Böden von diesem Typus sind danach so reich an organischen Stoffen, dass die organische Substanz in der Hauptsache den Bodentypus bestimmt. Ferner tritt der Tongehalt nicht so in den Vordergrund, dass dieser einen überwiegenden Einfluss auf die Bodeneigenschaft gewinnen könnte.

Um das nötige Vergleichsmaterial zu bekommen, wurden an 5 Stellen im Bethunepolder und an 6 Stellen im Horstermeerpolder (siehe die Karte) insgesamt 25 Bodenproben entnommen. Sodann war die Niederländische Heidekulturgesellschaft (Nederlandsche Heidemaatschappij) so freundlich, auf mein Ersuchen hin noch an 6 Stellen in den Poldern De Koekoek und Het Zwijnsleger bei Kampen (siehe die Karte) 15 Bodenproben zu entnehmen. Ferner verfügte ich über einige Bodenproben aus dem Spenger- und dem Kockengerpolder bei Utrecht, während ich zum Schluss noch von den Ergebnissen von Untersuchungen Gebrauch machen konnte, die durch VAN BEMMELEN, EMMERLING u. a. ausgeführt sind.

Im Monat September 1913 wurde z. T. durch den Sekretär der Staatskommission, Herrn W. H. BRINKHORST und mich, z. T. durch Herrn BRINKHORST allein, insgesamt 57 Bodenproben von Baggererde und Legakkerboden in den Seen östlich der Vecht entnommen. Die Angaben dieser Proben und der aus dem Koekoek sind in Tabelle I (Seite 18) und in Tabelle 9 (S. 60) aufgenommen.

Bezüglich der Lage der Entnahmestellen der Proben wird auf die vier Karten hinter dem Text verwiesen, nämlich von dem ganzen Gebiet östlich der Utrechter Vecht, von dem Bethunepolder, von dem Horstermeerpolder und von den Poldern De Koekoek und Het Zwijnsleger.

Bei der Betrachtung der oben unter 2) gestellten Frage, ob die Bagger- und Legakkerböden genügende Fruchtbarkeit besitzen, wird man diese Frage in folgende drei Unterfragen gliedern müssen:

- a.) Besitzen die Bagger- und Legakkerböden genügende Mengen von Pflanzennährstoffen,
- b.) Ist die organische Substanz in diesen Bagger- und Legakkerböden in genügendem Masse humifiziert,
- c.) Kommen schädliche Schwefelverbindungen vor und in solchen Mengen, dass sie mit der Zeit für den Pflanzenwuchs schädlich werden können?

Wie oben bereits auseinander gesetzt ist, wird man die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit denen von normalem Flachmoorboden von bekannter Fruchtbarkeit vergleichen müssen.

Frage 2a. Vor der Beantwortung der Frage, ob die Bagger- und Legakkerböden genügende Mengen von Pflanzennährstoffen besitzen, ist eine Untersuchung aller Proben auf folgende Bestandteile vor-

genommen worden: auf den Gehalt an Feuchtigkeit, auf das Volumengewicht, auf organische Stoffe, Stickstoff, Kalk und Phosphorsäure. Die Untersuchung auf Kali kann wegbleiben, da dieser Nährstoff in dem Flachmoorboden vollständig in den Hintergrund tritt. Ausserdem sind die 82 Proben aus dem Gebiet östlich der Vecht (s. Tabelle 1, S. 18) auch auf ihre mechanische Zusammensetzung untersucht, also auf ihren Gehalt an Sand und Ton. In einigen Böden, die an kohlensäurem Kalk reich waren, wurde dieser Bestandteil besonders bestimmt.

Um einen Ueberblick über das Zahlenmaterial zu bekommen, sind die Proben in verschiedene Rubriken gebracht: je nach ihrem Gehalt an Humus in Sandböden (mit nur einigen Prozenten an organischen Stoffen), humushaltige Sandböden (mit ungefähr 10—30 pct. organischer Substanz), moorige Böden (mit ungefähr 30 bis 60 pct. organischer Substanz) und Moorböden (mit mehr als 60 pct. organischer Substanz). Diese Zahlen beziehen sich auf Trockensubstanz. Weiter sind angegeben die Legakkerböden in einer Rubrik *B*, die Baggererden, welche bei den Legakkerböden entnommen wurden, in einer Rubrik *C*, und die Baggererden aus den Seen in einer Rubrik *D*.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind aufgenommen:

Für die Proben aus dem Vechtgebiet in Tabelle 2 (S. 45), für die Proben aus Spengen und Kockengen in Tabelle 7 (S. 58), und für die Proben aus De Koekoek und Het Zwijsleger in Tabelle 10 (S. 62). Ferner sind die Mittelzahlen der Rubriken noch in die Tabellen 4 (S. 51) und 11 (S. 64) aufgenommen.

Folgerungen betr. Frage 2 unter *a*. Aus der Tabelle 4 geht hervor, dass die Legakkerböden und die Baggererden ungefähr 15 pct. tonhaltige Teile besitzen. Wenn diese Böden und Baggererdebildungen später nach der Trockenlegung mit dem darunter liegenden diluvialen Sande vermennt worden sind, wird der Tongehalt in den neu gebildeten Böden noch geringer sein und deshalb ganz in den Hintergrund treten. Der Stickstoffgehalt hängt von dem Gehalt an organischer Substanz ab. Auf diesen Punkt komme ich bei Besprechung der Frage 2 unter *b* noch zurück. Es bleibt also allein nur noch die Beantwortung der Frage über, ob die Bagger- und Legakkerböden genügende Mengen von Kalk und Phosphorsäure besitzen.

Kalk. Ausser sehr kleinen Mengen, die in der Form von Muscheln an einigen Stellen vorkommen, besitzt keine von den Proben der Rubriken *B*, *C* und *D* kohlensäuren Kalk. Bestimmt ist der in Salzsäure lösliche Kalk; die gefundenen Mengen an Kalk hängen von dem Gehalt an Ton und an Humus ab. Durch gegenseitige Vergleichung habe ich nun festzustellen versucht, ob in den Baggererden und Legakkerböden eine genügende Menge Kalk vorhanden ist. Bezüglich der weiteren Einzelheiten sei auf die Tabelle 5 (S. 55),

6 (S. 57), 8 (S. 59), 12 (S. 65) und besonders auf die Tabelle 13 (S. 66) und ferner auf die Betrachtungen, die jedesmal an der Hand dieser Tabellen von mir gegeben sind, verwiesen.

Die Folgerungen, die ich ziehe, sind die, dass die Baggererden und die Legakkerböden genügende Mengen Kalk besitzen.

Phosphorsäure Im Vergleiche mit anderen Flachmoorböden ist der Gehalt an Phosphorsäure in den Vechtböden nicht hoch.

Frage 2 unter b. Die organische Substanz der Moore ist nicht imstande unmittelbar die Stelle von Humus im Boden einzunehmen. Sie muss erst mehr oder weniger zersetzt, humifiziert werden. Bei diesem Humifikationsprozess verschwinden die für das Auge sichtbaren Reste von Pflanzenteilen, und hierin besitzen wir ein, wennauch nur unvollkommenes Mittel, um über den Zersetzungszustand organischer Stoffe im Boden überhaupt etwas auszusagen. Soweit man dies dem Augenschein nach beurteilen kann, scheint die organische Substanz der Baggererden und der Legakkerböden ziemlich gut zersetzt zu sein. Ich habe mich bemüht, das Zersetzungsstadium, in welchem sich die organische Substanz befindet, auf Grund folgender Ueberlegungen in Ziffern auszudrücken. Bei dem Humifikationsprozesse der organischen Stoffe im Boden finden bei Zutritt von Luftsauerstoff Oxydationsprozesse statt, welche die zusammengesetzten organischen Verbindungen in einfache Verbindungen überführen. Die Endprodukte dieser Zersetzung sind Kohlensäure und Wasser. In Folge dieser Oxydation findet also eine Verminderung der organischen Substanz im Boden statt. Je nachdem sich nun die organischen Stoffe zersetzen, werden auch Stickstoffverbindungen verfügbar. Sie gehen in Ammoniak und Nitratverbindungen über und der Vorrat an Stickstoff nimmt gleichfalls ab. Die Kohlenwasserstoff-Verbindungen im Humus verschwinden bei diesen Zersetzungsprozesse jedoch in stärkerer Masse, als die Stickstoffverbindungen. Die Folge davon ist, dass der Stickstoffgehalt des Humus während der Humifikation steigt. Es will mir scheinen, als ob wir demnach in dem Prozentgehalt der organischen Stoffe an Stickstoff (Wert P) ein Mittel besitzen, um überhaupt etwas über den Zersetzungszustand der organischen Stoffe im Boden aussagen zu können.

Auch von einem anderen Gesichtspunkte aus ist die Kenntnis der Grösse P von Bedeutung. In dem fast unzersetzten Torf ist der Stickstoff in einer für die Pflanzen nur schwer zugänglichen Form vorhanden, und je nach dem Grade der Zersetzung der organischen Substanz gehen die Stickstoffverbindungen in besser assimilierbare Verbindungen über. Der Prozentgehalt des Humus an Stickstoff — die Grösse P — muss deshalb auch Aufschluss geben über den Grad der Assimilierbarkeit des Stickstoffes für die Pflanzen. Ein niedriger Wert für P weist auf schlechte, ein hoher Wert auf gute Assimilierbarkeit des Stickstoffes hin.

In Tabelle 14 (S. 77) sind die Werte für P aus allen Rubriken aufgenommen neben den P-Werten für einige von anderer Seite untersuchte Flachmoor- und Hochmoorböden. In den Tabellen 3 (S. 48), 7 (S. 58) und 10 (S. 62) findet man die P-Werte für die einzelnen Proben aufgeführt. Ferner verweise ich auf die Betrachtungen, die ich an die Zahlen der Tabelle 14 geknüpft habe.

Aus den Zahlen von Tabelle 14 geht hervor, dass die organische Substanz in den Baggererden (Rubrik C und D) und den Legakkerböden (Rubrik B) — im Vergleich mit anderen Böden von demselben Typus — eine genügende Menge an Stickstoff besitzen (Grösse P). Solange wir keine bessere Methode besitzen um den Zersetzungszustand der organischen Substanz im Boden in Zahlen auszudrücken (s. Bemerkung 53), meine ich, dass es wohl erlaubt sein kann, aus diesen P-Werten einige Schlussfolgerungen zu ziehen; ich komme dann an Hand der Tabelle 14 zunächst zu der Folgerung, dass die organische Substanz der Baggererden (Rubrik C und D) und auch von den Legakkerböden (Rubrik B) genügend humifiziert ist. Wenn dies bereits jetzt der Fall ist, dann kann man erwarten, dass diese organische Substanz nach der Trockenlegung, wenn der Luftsauerstoff in grösserem Masse hinzutreten kann, ziemlich schnell in eine gut humifizierte Masse übergehen wird. In dieser Antwort liegt bereits enthalten, dass die Nitrifikation der organischen Substanz der Baggererden und der Legakkerböden nach der Trockenlegung bei fernerer sachgemässer Behandlung ziemlich schnell zu Ende kommen wird.

Die Humifikation der organischen Substanz bei den humushaltigen Sandböden aus den Bethune- und Horstermeerpoldern (Rubrik A 2) steht gegen diejenige der anderen humushaltigen Sandböden von demselben Typus zurück. Bezüglich der Massregeln, die ergriffen werden müssen, um diese Humifikation zu beschleunigen, verweise ich auf den Schluss dieser Uebersicht.

Frage 2 unter c. Im § 4. ist ausführlich auseinandergesetzt, unter welchen Umständen schädliche Schwefelverbindungen sich im Boden anhäufen können. Wenn organische Säuren unter Luftabschluss, also bei Abschluss von Luftsauerstoff, bei Gegenwart von Gips sich zersetzen, wird unter Mitwirkung einer reduzierenden Bakterie Schwefelwasserstoff gebildet. Infolge Einwirkung dieses Schwefelwasserstoffes auf das Eisenhydroxyd des Bodens entsteht Schwefeleisen (FeS) und Schwefel (S). Aus diesen beiden Stoffen kann sich dann weiter unter Luftabschluss eine schwarzgefärbte Verbindung bilden, welche in heisser Salzsäure nicht löslich ist. In einigen Fällen geht dieses Produkt wenigstens zum Teil in krystalline Form über (Pyrit und Markasit). Möglicherweise spielt die Anwesenheit von Diatomeen bei diesem Uebergange eine Rolle. Ob jedoch die ganze Menge des in Salzsäure nicht löslichen Schwefeleisens, das beispielsweise in

einigen untersuchten Marschböden vorkommt, im krystallinem Zustande vorhanden ist, bleibt noch eine offene Frage. Dieser Uebergang des schwarzen amorphen Schwefeleisens in den krystallinen Zustand ist in verschiedenen Moorböden nicht beobachtet worden, jedenfalls nicht in den Proben, welche aus dem Vechtgebietes stammen. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntniss auf diesem Gebiete wird vorläufig wohl am besten in der Weise wiedergegeben, dass man nicht von Pyrit, sondern nur von Schwefeleisenverbindungen spricht, die in heisser Salzsäure unlöslich sind, und dass man es dabei unentschieden lässt, ob die hier bestimmten Verbindungen von Schwefel und Eisen in einem stöchiometrischen Verhältnis auftreten, ob diese Verbindungen den krystallinen Zustand annehmen und schliesslich, ob neben Schwefeleisenverbindungen auch noch Schwefel entweder im freien Zustande oder in organischer Verbindung vorhanden ist.

Für die Anhäufung von Schwefeleisenverbindungen im Boden ist die regelmässige Zufuhr von Gips und eisenhaltigem Wasser nötig. Der Gips ist ein Bestandteil des Seewassers, und die Anwesenheit von grossen Mengen von Schwefeleisenverbindungen in den Böden und Baggererden aus den Seen östlich der Utrechter Vecht weist darauf hin, dass diese Böden eine Zeitlang regelmässig mit Salzwasser durchtränkt werden. Sehr wahrscheinlich wurde das Seewasser durch Quellen herbeigeführt; möglicherweise ist das auch noch heute der Fall. Dergleichen Salzwasserquellen sind noch heute im Naardermeer festgestellt. Die Eisenverbindungen sind im vorliegenden Falle wahrscheinlich durch das Wasser aus dem östlich der Moore liegenden Gooilander Hügellande herbeigeführt.

Nach dem Gesagten entstehen also bei der Sulfatreduktion aus dem Gips Schwefeleisen (FeS), Schwefel (S) und ferner in Salzsäure unlösliche, schwarz gefärbte Schwefeleisenverbindungen. Bei Zutritt von Luft, wie das beispielsweise im hohen Masse nach der Trockenlegung der Seengebiete stattfindet, tritt wieder Oxydation auf. Bei dieser Oxydation bildet sich Schwefelsäure, die sich in erster Linie mit dem Eisen zu Ferrosulfat verbindet. Solange der Boden noch kohlensäuren Kalk besitzt, setzt sich das Ferrosulfat mit dem Kalziumcarbonat unmittelbar in Gips und Eisenoxyd, zwei vollkommen unschädliche Verbindungen, um. Der kohlensäure Kalk wird jedoch mit der Zeit aus dem Boden ausgewaschen, und wenn kein kohlensäurer Kalk mehr vorhanden ist, kann das Ferrosulfat die oben angegebene Umsetzung nicht mehr eingehen. Es oxydiert dann theils zu Ferrisulfat, wobei es sich mit einem Theile des Eisenoxyds zu einem basischen Ferrisulfat vereinigt. Dieses basische Ferrisulfat, das man in einer Anzahl von sauren Böden als einen gelben Ausschlag beobachten kann, ist in Wasser so gut wie unlöslich. Es ist ein für die Pflanzen äusserst gefährlicher Bestandteil, da es in Wasser und besonders in kohlensäurehaltigem Wasser regelmässig kleine Mengen

Schwefelsäure abgibt. In einem Boden, der reich ist an basischem Ferrisulfat, tritt deshalb ein Stillstand des organischen Lebens ein.

Bei Untersuchung der Vechtböden hat man festgestellt, dass einige von diesen Böden im Wasser löslichen Gips enthalten, einige in Salzsäure unlösliches basisches Ferrisulfat, während in fast allen Proben in Salzsäure unlösliche Schwefeleisenverbindungen vorkommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle 3 (S. 48) aufgenommen, während Tabelle 4 (S. 51) wieder die Mittelwerte der verschiedenen Rubriken angibt.

Es geht aus dieser Untersuchung hervor, dass einige Proben Baggererde und einige Legakkerproben sehr kleine Mengen an basischem Ferrisulfat enthalten. Ferner sind ziemlich grosse Mengen in Salzsäure unlöslicher Schwefelverbindungen vorhanden. Diese sind jedoch weniger gefährlich, da sie bei Zutritt von Luftsauerstoff nur langsam oxydieren.

Im § 18 ist die Frage besprochen, ob der Gehalt an schädlichen Schwefelverbindungen so gross ist, dass eine Gefahr für die Kultur daraus entsteht. Kohlensäuren Kalk enthalten die Utrechter Böden nicht. Bei der Bildung von Schwefelsäure aus dem basische Ferrisulfat wird sich diese Säure meistens der Basen, die im Humos vorhanden sind, bemächtigen. Ich habe nun untersucht, ob genügende Mengen von Kalk in den verschiedenen Proben vorkommen, um die gesamte Schwefelsäure, die sich im Laufe der Jahre aus den sämtlichen vorhandenen Schwefelverbindungen bilden kann, binden zu können. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind mit in die Tabellen 3 und 4 aufgenommen worden. Bei allen Vechtproben (bis auf eine) übertrifft der Kalkgehalt den Gehalt an Schwefelsäure. Nun kann natürlich der Böden nicht allen anwesenden Kalk für die Neutralisation der Schwefelsäure zur Verfügung stellen, ohne sauer zu werden. Man muss dabei bedenken, dass die Böden andererseits ausser Kalk auch noch Magnesia, Kali und Natron besitzen. In Tabelle 15 (S. 84) ist berechnet, wieviel Kalk und Magnesia neben Schwefelsäure in jeder Rubrik auftreten. Die Differenzen $(\text{CaO} + \text{MgO}) - \text{SO}_3$ sind sehr hoch, und die Folgerung ist denn auch durchaus gerechtfertigt, dass die Baggererden und Legakkerböden genügend reich an Kalk und Magnesia sind, um die Schwefelsäure, die sich bei der Oxydation der Schwefelverbindungen bildet, zu neutralisieren, ohne dass dabei eine unmittelbare Gefahr für das Sauerwerden des Bodens besteht. Ein grosser Vorteil ist hierbei, dass die Schwefeleisenverbindungen zum grössten Teil in salzsäure-unlöslicher Form vorkommen und also erst allmählich oxydiert werden.

Ist genügender Baggererde und Legakkerboden vorhanden um einen genügend tiefen Ackerboden zu bilden? Es ist oben schon betont worden, dass die Baggererden (Rubrik C und D) und die Legakkerböden (Rubrik B) genügend reich an Pflanzennährstoffen sind bis

auf Phosphorsäure und Kali, dass die organische Substanz der Baggererde in den Böden in genügendem Masse humifiziert ist und schliesslich, dass die schädlichen Schwefeleisenverbindungen nicht in dem Masse vorhanden sind, dass eine unmittelbare Gefahr für das Sauerwerden des trockengelegten Bodens besteht. Es bleibt nur noch die Frage über, ob überall genügende Baggererde und Legakkerboden vorhanden ist um durch Vermengung mit dem darunter liegenden Sande eine Ackerkrume von genügender Tiefe abzugeben. Ich glaube mich bei der Beantwortung dieser Frage auf die Teile des Geländes, wo sich keine „Legakker“ befinden, also auf die eigentlichen Seengebiete, beschränken zu können. Die Frage, ob in den Seengebieten genügender Baggererde vorhanden ist, um eine Ackerkrume von genügender Dicke abzugeben, ist auf diese Weise nicht präzise gestellt, da sie über die zu fordernde Zusammensetzung der Ackerkrume nichts aussagt. Ich werde daher die Frage folgendermassen umschreiben. Ich suche durch Vermengung von Baggererde mit dem tieferliegenden Diluvialsande einen Humusboden zu bekommen, der in seiner Zusammenstellung ungefähr die Mitte hält zwischen den untersuchten humushaltigen Sandböden (Rubrik A 2 der Vechtböden, Rubrik E der Koekoekböden, ferner der Oberkrumen von Spengen und Kockengen). Die Frage ist also, wie dick diese Ackerkrume an den verschiedenen untersuchten Stellen in den Seen wird.

Ich habe nun ausgerechnet, dass durch Vermengung von 200 cdm. Baggererde (Rubrik D) mit 30 cdm Sand (Rubrik A 1) ein Gemenge entsteht, in welchem die Trockensubstanz in der Zusammensetzung ganz gut übereinstimmt mit der Trockensubstanz der humushaltigen Sandböden in Rubrik A 2 (s. Tabelle 16, S. 86). Jedoch enthält das Gemenge etwas weniger Ton und Phosphorsäure. Natürlich muss das Gemenge nach der Trockenlegung noch eintrocknen, bis es einen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, der mit der Böden von Rubrik A 2 ungefähr übereinstimmt, also von ungefähr 45 pct. Nach dieser Berechnung gibt dann eine Baggererdeschicht von 2 dm Dicke, mit 0.3 dm Sand vermennt, eine schwarze Erde von 1 dm = 10 cm Dicke. Auf Grund dieser Zahlen ist dann weiter ausgerechnet, wie dick diese Ackerkrume an den untersuchten Stellen sein wird. Die Ergebnisse sind in Tabelle 17 (S. 87) aufgenommen. An acht Stellen ist die Ackerkrume weniger als 50 cm mächtig. Von diesen Stellen liegen drei in den Kortenhoefer Polder in der unmittelbaren Nähe von zahlreichen Legakker, ebenso die Stelle 9 in dem Loosdrechter Polder. Es bleiben dann nur vier Stellen über (Loenerveener Polder, Oosten und Noorden, Stelle nr. 2 und 3; Loosdrecht- und Breukelerveener Polder, Stelle 10 und 11 in der Umgegend von Muievel), wo die humushaltige Ackerkrume ungefähr 30 bis 40 cm Mächtigkeit besitzen wird.

Mit Rücksicht auf die Weise, auf welche die Gebiete nach der Trockenlegung der Seen in Kultur gebracht werden sollen, kann man sich bei der Berechnung darauf beschränken, dass eine Bagger-erdeschicht von 5 dm Dicke bei der Mischung mit 0.75 dm Sand nach Eintrocknen eine schwarze Erde von 25 cm Mächtigkeit gibt. Weiter kann dann die Dicke der Torfschicht unter dieser Ackerkrume ermittelt werden. Auch in dieser Weise wird sich zeigen, dass in den meisten Fällen eine genügende Menge Baggererde vorhanden ist.

Die Antwort auf die zu Anfang dieser Uebersicht gestellten Fragen lautet also bejahend. Fast überall in den Seen östlich der Utrechter Vecht befindet sich eine genügende Menge Baggererden und Legakkerböden, so dass eine Ackerkrume von genügender Mächtigkeit hergestellt werden kann. Die Beschaffenheit dieser Baggererden und Legakkerböden ist weiter eine solche, dass bei ihrer Vermengung mit diluvialen Sande ein humushaltiger Sandboden entsteht, der den Vergleich mit anderen humushaltigen Böden von demselben Typus (Flachmoorboden) aushalten kann.

Bei der Beantwortung der Frage nach der Rentabilität der Trockenlegung der Seen östlich der Utrechter Vecht ist schliesslich noch zu bedenken, dass an Pflanzennährstoffen arme Sandböden nicht wertlos sind (s. § 26).

In einem besonderen vierten Teile sind einige Winke gegeben, welche bei der Kultivierung der Böden nach vorhergegangener Trockenlegung der Seen beachtet werden müssen.

Regelung des Grundwasserstandes. Es ist zunächst ausführlich betont, dass es dringend nötig ist, solche Massregeln zu ergreifen, dass man die Regelung des Grundwasserstandes vollständig in Händen hat. In dieser Hinsicht herrschen in vielen unserer Flachmoorpolder noch sehr traurige Zustände. Eine gute Abwässerung ist eine so vornehme Forderung, dass ich niemals Geld für Düngungszwecke ausgeben würde, bevor nicht vorher genügende Massregeln für eine gute Entwässerung durch Wasserhebwerke getroffen sind. Hierbei tut man gut, im Auge zu behalten, dass ein Deich das Wasser nicht immer abhalten kann. Ich brauche wohl nicht ausführlich darzulegen, dass auch das Aufquellen von Grundwasser Schaden verursachen kann. Ich weise nur auf die Leidensgeschichte der Maarsseveen-Tienhovener Polder (Bethune-Polder) hin. Das Aufquellen von Wasser ist hier jahrelang so stark gewesen, dass Teile des Polders trotz der starken Entwässerung nicht trocken wurden, während hingegen der Wasserstand in der Umgegend niedriger wurde. Das in § 24 über den Koekoek-Polder Mitgeteilte lässt erkennen, dass derartige Zustände noch heute vorkommen. Ganz besonders lenke ich schliesslich die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit des Vorkommens von Salz-

wasserquellen. Da dieser Punkt als besondere Frage auf dem Programm der Staatskommission steht, gehe ich hier nicht näher darauf ein.

Wenn auch die Regelung des Grundwassers in unserem Lande mit seinem humiden Klima besonders in den niedrig gelegenen Teilen wohl grösstenteils eine Frage der Entwässerung sein wird, will ich doch nicht unterlassen, auf die schlechten Folgen hinzuweisen, die eine zu schnelle und zu intensive Entwässerung bei Moorböden haben kann. Die Moorsubstanz kann dann so stark eintrocknen, dass sie in eine feine pulverartige Substanz übergeht, die dann nicht mehr in der Lage ist, Wasser wieder aufzunehmen.

Düngung. Die neuen Böden in den trockengelegten Seen werden in der Hauptsache aus einem Gemenge von diluvialen Sande mit Flachmoor und etwas Ton bestehen. Sie enthalten keinen kohlen-säuren Kalk, abgesehen von kleinen Mengen, die stellenweise in der Form von Muschelresten vorkommen. Aus dieser Beschreibung folgt schon im allgemeinen, dass diese Böden in der Regel mit Kali und Phosphorsäure gedüngt werden müssen. Aus der Untersuchung der Baggererden und Legakkerböden geht ferner hervor, dass die neuen Böden selbst ärmer an Phosphorsäure sein werden als andere Böden von demselben Typus (s. Tabelle 16, S. 86), welche sich als phosphorsäurebedürftig gezeigt haben. Dies macht eine Phosphorsäuredüngung für die neuen Böden doppelt notwendig.

Hierbei ist ferner nicht aus dem Auge zu verlieren, dass die Düngung nicht allein den Ertrag erhöht, sondern zugleich auch von Einfluss auf die Zusammensetzung der Ernte ist. Besonders geht die grosse Bedeutung einer guten Phosphorsäuredüngung für die Qualität des Heus in unseren Flachmoorböden aus den in § 22 mitgeteilten Zahlen hervor.

Die neuen Böden enthalten genügende Mengen an Stickstoff und Kalk, während die organische Substanz sich bereits in einem guten Zersetzungsstande befindet. Doch wird es angebracht sein, auch in dieser Beziehung die nötige Aufmerksamkeit walten zu lassen.

Auf folgenden Gründen meinen verschiedene Theoretiker und Praktiker, dass es erwünscht ist, die neuen Böden regelmässig mit tierischem Dünger zu versehen. Tierischer Dünger befördert die Umsetzung der organischen Stoffe im gesunden Humus, wobei auch die in der organischen Substanz vorhandenen Stickstoffverbindungen in einen für die Pflanzen assimilierbaren Zustand übergehen. Die Humifikation der organischen Stoffe und die Nitrifikation des Organischen Stickstoffes werden durch tierischen Dünger gefördert. Eine mässige Düngung mit Chilisalpeter wirkt zuweilen günstig, besonders in den ersten Jahren nach der Trockenlegung, wenn die Stoffe noch schlecht humifiziert sind (s. auch Bemerkung 65). In späteren Jahren, besonders bei geregelter Düngung mit Stallmist, kann die Düngung mit Chilisalpeter wahrscheinlich ganz unterbleiben. Die

Vertreter dieser Anschauung meinen, dass die beste Art der Düngung wohl die ist, dass man ein Jahr Stalldüngung, das andere Jahr Kunstdünger (in der Hauptsache Kali und Phosphorsäure) gibt. Demgegenüber steht die Meinung anderer Forscher, dass dergleiche humushaltige Böden schon vom Anfang an bloss mit Kunstdünger gedüngt werden können.

Eine besondere Kalkdüngung ist in der Regel nicht nötig. Wenn sich jedoch das Moor weniger gut zersetzt oder wenn der Gehalt an schädlichen Schwefelverbindungen so gross ist, dass Gefahr für das Sauerwerden der Böden besteht, kann besondere Kalkdüngung angebracht sein. Man tut gut, dabei im Auge zu behalten, dass diese humushaltigen Böden kein grosses Uebermass an Kalk vertragen können, und dass dieses schädlich wirkende Uebermass bereits vorhanden ist, lange bevor die Bodensäuren durch den Kalk neutralisiert sind. Sehr wahrscheinlich beruht die schädliche Wirkung dieses Uebermasses an Kalk darauf, dass die bakteriologischen Vorgänge im Boden auf eine Weise beeinflusst werden, die nachteilig für den Pflanzenwuchs ist. Vorsicht bei der Kalkdüngung ist deshalb anzuraten.

Bei gutem Flachmoorboden ist die Kalkdüngung, die der Boden mit Thomasschlackenmehl empfängt, meistens bereits genügend, um für den Kalkbedarf zu sorgen. Doch selbst regelmässige Düngung mit Thomasschlackenmehl kann auf die Dauer zuviel Kalk in den Boden hineinbringen. Tritt dieses Stadium ein, dann muss an Stelle von Thomasschlackenmehl Superphosphat gegeben werden. Man soll die Kalkdüngung jedesmal in kleinen Mengen geben und immer im Voraus feststellen, ob das Land eine neue Kalkdüngung nötig hat.

Man soll ferner nicht aus dem Auge verlieren, dass das verfügbare Kapital an mineralischen Pflanzennährstoffen in Moorböden mit dem niedrigen Volumengewicht (Gewicht an Trockensubstanz in Kilogramm per cdm) beträchtlich geringer ist als in Tonböden, so dass bei Moorböden bei ungenügender Düngung wohl bald von Raubbau die Rede sein kann. Es ist Tatsache, dass in einigen landwirtschaftlichen Betrieben in unseren Moor-Poldern ein solcher Raubbau bereits stattgefunden hat und noch stattfindet. Das sind unduldbare Zustände. Mehr und mehr muss die Anschauung Eingang finden, dass gegenüber dem Rechte des Eigentümers auf den Grund und Boden seine Pflicht bestehen bleibt, den ihm anvertrauten Besitz so gut wie möglich in Dienste der Gemeinschaft zu gebrauchen.

Schluss. Wenn ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen noch einmal zusammenfasse, dann komme ich zu dem Schlusse, dass durch die Trockenlegung der Seen östlich der Utrechter Vecht eine Strecke Landes gewonnen werden wird, die bei guter Regelung des Grundwasserstandes und bei zweckmässiger Düngung für die Ausübung

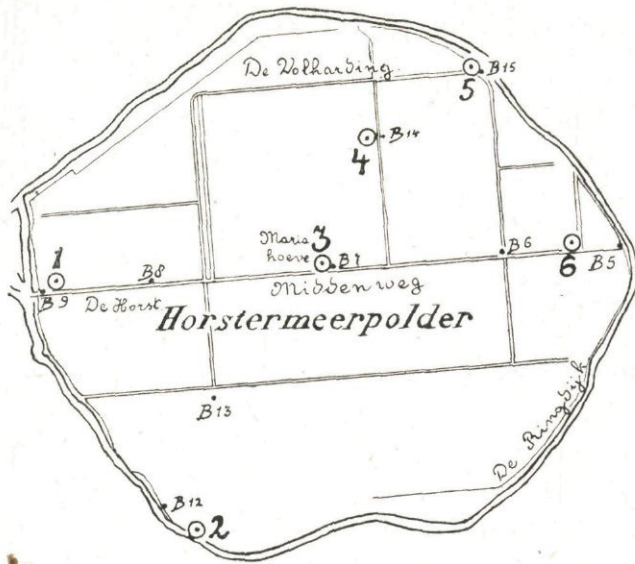
sowohl des Garten-, wie auch des Acker-und Weidebaues ungemein geeignet sein wird. Dies Ergebnis wird bei dem Bedarf, welcher in unserem Lande an der Vergrößerung der kultivierten Bodenflächen besteht, unzweifelhaft von günstigem Einfluss auf die Pläne der Trockenlegung der Utrechter Seen sein. Sollte es jemals zur Trockenlegung dieser Seen kommen, dann bedenke man, dass der Mensch nicht allein von nahrhaftem Brotkorn lebt, sondern dass auch die Schönheit der Landschaft ein glückbringender Faktor für ihn sein kann. Ich stimme ganz den Worten des Herrn W. H. DE BEAUFORT bei, welche er auf den 31. ten allgemeinen Versammlung der Niederländischen Heidekulturgesellschaft gesprochen hat (66): „Das Erhalten der öden unberührten, zur Seele sprechenden Landschaft ist ein Ideal, dem von dem urbarmachenden Landwirt innerhalb seiner praktischen Interessen ein Platz eingeräumt werden muss.“

KAART van het gebied ten Oosten van de Utrechtsche Vecht, aangevende de plekken, waar in het jaar 1913 grond- en baggermonsters genomen zijn.

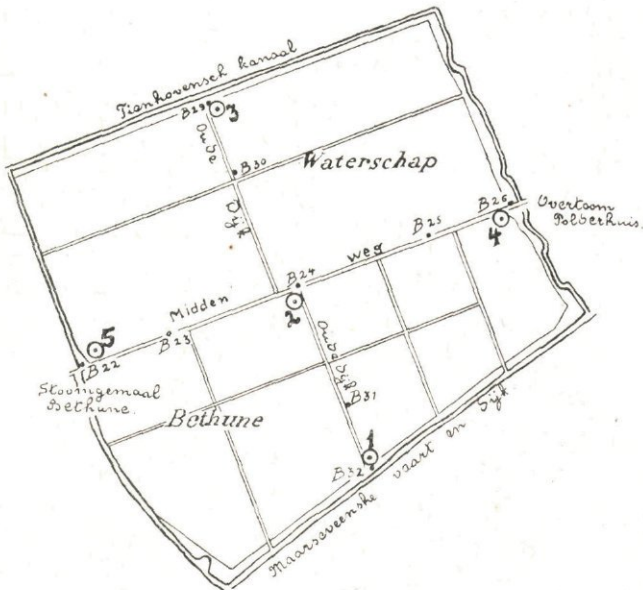


Toelichting. Alleen de omtrekken van de polders zijn in deze kaart opgenomen. Het land is voorgesteld door lijnen, het legakkergebied door stippellijnen; het water is blank gelaten. De cijfers hebben betrekking op de bemonsterde plekken.

HORSTERMEERPOLDER.



BÉTHUNEPOLDER.



Toelichting. De plekken, die in het jaar 1913 bemonsterd werden en waarop het onderzoek betrekking heeft, zijn door kringetjes met groote cijfers aangegeven. Ze komen overeen met de cijfers op de kaart over het geheele gebied opgenomen. De punten, genummerd B met kleine cijfers, hebben betrekking op de boringen, op last van de Staatscommissie verricht.

